Die Einheit in der organischen Natur.

Populaire Vorträge

von

J. G. Fischer,

Doctor der Philosophie, ordentlichem Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaften an der Realschule des Johanneums, d. Z. erstem Sekretair des naturwissenschaftlichen Vereins und Präses der Museums-Commission zu Hamburg; correspondirendem Mitgliede des naturwissenschaftlichen Vereins zu Halle; des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau; der naturforschenden Gesellschaft in Basel; der Gesellschaft für vaterländische Naturkunde in Würtemberg; des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg; der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heil-Kunde in Gießen.

Mit 31 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Hamburg.

Verlag von Robert Kittler.

1853.

Meinen Zuhörern

gewidmet.

Eins ist das All!

Xenokrates.

Inhalt.

I.

Die Natur, ein Organismus.

Die Pflege der Naturwissenschaften ist in unserer Zeit fast Mode geworden. Sie haben uns Eisenbahnen und Telegraphen gebracht, sie haben uns tausend neue Hülfsquellen für Handel und Gewerbe eröffnet, und außerdem glauben wir in ihnen auch ein Bollwerk zu besitzen zur Sicherung unserer geistigen Freiheit. Durch Hinweisung auf das wirklich Bestehende machen sie den Geist nüchtern und stark gegen Schwärmerei und Aberglauben, und sicher durch eine so feste Brustwehr, glauben wir ruhig die Erfolge von Preßzwang und Jesuitenmissionen abwarten zu können.

Ob mit Recht? — Trotz eines Plato, Sophokles, Phidias ist das Volk der Hellenen untergegangen, trotz eines Atticus, eines Seneca ist die stolze Roma in den Staub gesunken, — wird das jetzige Europa sich durch Fernrohr und Mikroskop, durch Eisenbahnen und Telegraphen zu behaupten vermögen?

Diese Erfindungen wären in der That nur eine schwache Brustwehr zum Schutz der Cultur! Aber vergessen wir nicht, daß Eisenbahnen und Telegraphen, daß alle die vielen anderen Entdeckungen, die auf die gänzliche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs von so unberechenbarem Einfluß waren, nicht das eigentliche Ziel der Wissenschaft sind. Sie sind eben nur Früchte, nebenbei abgefallen vom Baume der Erkenntniß. Genauere Vertrautheit mit dem, was ewig wahr ist und bleibt, deutlichere Kenntniß der

geheimnißvollen Kräfte, deren Unkunde gerade früher die Hauptstützen für Barbarei und Fanatismus war, klarere Einsicht in den Zusammenhang der Naturgesetze, der Naturkörper unter einander, — mit einem Worte: Verständniß der Natur heißt das Ziel unserer Wissenschaft; glücklich wir, daß gerade sie uns auch Früchte zeitigt für's praktische Leben!

Wer freilich den Naturforscher in seinem Thun und Treiben belauscht, der wird leicht an ihm irre. Der Geognost kriecht in Klüften und Felsenritzen umher, hier einen Stein abschlagend, dort einen Krystall herausbrechend, um sie später wohlgeordnet in die Schränke seines Museums aufzustellen; der Botaniker baut sich Herbarien auf, in denen die Pflanzen der entlegensten Zonen neben einander aufgespeichert werden, herausgerissen aus den Verhältnissen, in denen sie keimten und blühten, aufbewahrt in einem Zustande, in dem sie kaum noch eine Erinnerung zulassen an ihre frühere Form und Farbenpracht. Und macht der Zoolog, der Anatom es anders? Er stellt die ausgestopften Bälge von allerlei Säugethieren und Vögeln, die im Weingeist verblichenen Exemplare entfernter Meerbewohner unter Glas und Vorhänge, setzt daneben die sorgfältig gebleichten Gebeine verschiedenartiger Knochenthiere, ja selbst die Schalen und Gehäuse von Schnecken und Muscheln, — und baut so, wie es scheint, nicht dem Geiste, sondern der Form einen Tempel.

Und wie kalt berührt uns oft persönlich dies prosaische Treiben! Wie streift es gewaltsam den poetischen Blüthenhauch von jeder unbefangenen Naturfreude! Sie jubeln über den Duft, die Farbenpracht einer frisch aufgeschossenen Blume, — der Naturforscher tritt herbei, er zählt Ihnen die Staubgefäße und Pistille, untersucht Wurzel, Stengel, Blätter und Früchte, er sagt Ihnen auf das Genaueste in welche Klasse, in welche Familie seines Systems diese Pflanze gehört: und eisig berührt Sie eine so unpoetische Betrachtungsweise! Wir stehen vor dem Käfig eines jüngst gestorbenen Löwen, — dem langen Siechthum, einer Folge der

unnatürlichen Haft ist er endlich in seinem Kerker erlegen; wir denken unwillkürlich an Freiligraths schönes Lied, wir denken der Zeit, wo der freie König der Wüste funkelnden Auges und mit wallender Mähne wild umherschweifte in seinem Gebiete, ein Schrecken durch sein dumpfes Gebrüll für die flüchtige Gazelle, ein Todesbote dem schwarzhäutigen Büffel; — jetzt liegen die mächtigen Glieder erschlafft, wir können ganz aus der Nähe die gewaltige Bildung bewundern, und obgleich gefahrlos, wagen wir doch nur schüchtern die starken Tatzen zu berühren. Da kommt der Zoologe, — wir hängen forschend an seinem Munde, — er soll uns die Geschichte des todten Riesen erzählen, er lebt ja, so meinen wir, in der Natur und mit der Natur: wir müssen es erleben, daß er auf Buffon's Naturgeschichte uns verweist! Eifrig untersucht er sogleich die Zahl und Form der Schneide-, Eck- und Backen-Zähne, notirt sich sorgsam die Länge vom Kopfe bis zur Schulter, von der Schulter bis zur Schwanzwurzel, und geht vergnügt von hinnen, weil die Maaße genau mit den Resultaten seiner früheren Forschungen übereinstimmen.

Ist dies aber der Gang der Forschung, was dürfen wir da von ihren Ergebnissen für uns, was für die Menschheit im Ganzen erwarten? Eine Wissenschaft, die sich nur in der Ergründung von Einzelheiten, von Formen ihr Ziel setzt, kann den Denkenden nimmer befriedigen, sie kann, so gewaltig ihre Resultate auch sein mögen, für die eigentliche Cultur nicht eine Brustwehr sein!

Das ist's aber gerade, worin man sich täuscht. Jene Museen und Herbarien, sie sind eben nicht die Tempel der Wissenschaft, sie sind nur die Werk- und Rüstkammern der Forschung, nothwendig nur deshalb, weil wir allein aus der Form auf den Geist schließen können: wir müssen buchstabiren lernen, um lesen zu können. Noch jetzt werden Sie freilich Männer finden, die mit der alleinigen Ergründung von Einzelheiten, mit der Erforschung von Formen sich völlig beruhigen, und über dem Wege zum Ziel das Ziel selbst vergessen, — aber sie zählen eben nicht mit! Seien wir

ihnen immer dankbar für diese Erweiterung des Materials, für dieses Sammeln neuer Bausteine für das große Gebäude der Wissenschaft, aber nimmer gebe sich der Geist diesen Fesseln der Materie gänzlich wieder gefangen, die längst schon im frühen Alterthum der umfassende Sinn denkender Forscher zertrümmert hat. „Ein Einiges ist das Weltall!" hatte Xenokrates ausgerufen, und Aristoteles, dessen Name in den Annalen der Naturforschung seiner Zeit gleich dem Alexanders von Humboldt in der unsrigen glänzt, hatte zuerst in seinen Schriften zu begründen gesucht, daß der Gedanke, der das Weltall belebt, nicht aber die Form das Ziel des forschenden Geistes sei.

Und wirklich, jener Satz, daß die Natur „ein Ganzes, ein harmonisch geordnetes Ganzes" sei, ist nicht etwa ein Hirngespinst, ausgeheckt in dem Kopfe eines müßigen Philosophen, es ist eine Wahrheit, nicht minder ausgeprägt in den Systemen zusammengehäufter Weltkörper, wie in dem Spiel der Monade im Wassertropfen.

Sie wundern sich, daß die Alten schon diese Wahrheit erfaßt hatten? Ihr hochpoetischer Sinn ließ sie dort den Zusammenhang ahnen, wo wir jetzt nach Jahrtausenden ihn mühsam zu beweisen suchen; sie waren so glücklich, sich mit kindlichem Sinn leicht jede Erscheinung zu erklären. Wo wir nach geheimnißvollen Kräften forschen, sahen sie das Walten befreundeter Götter; wo wir einer räthselhaften Erscheinung nachgrübeln, kleideten sie die Erklärung derselben in eine Fabel. — Jupiter hatte einst, so erzählt eine solche Mythe, der schlafenden Gattin seinen Liebling, den kleinen Vulkanus, an die Brust gelegt. Juno erwacht, und schleudert das saugende Kind von sich, — daher des Vulkanus hinkender Gang, der ihn nur zum Schmiedehandwerk in unterirdischer Werkstätte tauglich machte. Die verschüttete Milch aber zog sich als lichtes Band um den Himmel. Wir sehen das Band noch jetzt in sternenklaren Nächten über unserem Haupte, noch jetzt trägt es nach jener Fabel den Namen der Milchstraße; — aber wir begnügen uns nicht

mit so kindlicher Deutung. Das Fernrohr in der Hand überschreiten wir die ungeheure Entfernung und sehen staunend, daß die Milchstraße nicht eine zusammenhängende Masse ist, daß sie vielmehr aus zahllosen Weltkörpern besteht, — jeder vielleicht so groß, oder größer noch, als unsere Sonne. Möglich, daß alle diese Welten eben so weit von einander entfernt sind, wie unsere Erde von ihnen, und daß sie nur deshalb so gehäuft uns erscheinen, weil die hinter einander stehenden Sterne in der Entfernung als neben einander befindlich sich ausnehmen: möglich selbst, daß auch unser Sonnensystem ein Theil dieser Sternenmasse ist; denken wir uns außerhalb derselben stehend, und die Milchstraße würde uns nicht als ein bandförmiger Ring, sondern als eine große, rings ausgefüllte, linsenartige Anhäufung von Sternen erscheinen. Solcher massenhafter Anhäufungen zahlreicher Gestirne giebt es noch mehre: in einer für unsere schärfsten Instrumente kaum erreichbaren Ferne schweben sie hier und dort wie einzelne lichte Nebelflocken. Welche gewaltige Kraft muß es sein, die alle diese Weltenmassen, alle diese verschiedenen Milchstraßen zusammenhält und zu einer Einheit verbindet, — wenn es anders sich bestätigen wird, was Mädler behauptet, daß sie alle um einen gemeinschaftlichen Centralpunkt sich drehend bewegen. Unser Planetensystem ist nur ein Sonnenstäubchen aus einer jener Welteninseln, — es wiederholt für sich aufs Neue die Erscheinung des großen Ganzen; denn wer wüßte nicht, daß alle Planeten wiederum durch die Kraft der Sonne zu einem System zusammengehalten werden? Und einzelne der Letzteren, der Jupiter, der Uranus, die Erde, — ist nicht auch von ihnen jeder wiederum ein Centrum, mit dem ihre Trabanten, die Monde, auf ähnliche Weise verknüpft sind, wie sie selbst mit der Sonne, wie diese mit dem allgemeinen Schwerpunkt der Gestirne?

So trägt, einem Organismus gleich, die gesammte Welt materieller Bildungen im Weltraum das Gepräge einer zusammenhängenden, gegliederten Einheit an sich, jedes ihrer Glieder aber spiegelt für sich wiederum das Bild des großen Ganzen ab, und

stellt sich, einzeln betrachtet, als ein in sich abgeschlossener gegliederter Organismus dar.

Sollen wir hier stehen bleiben? Sollen wir nicht weiter herabgehen, und auch da zu sehen versuchen, wo wir des Fernrohrs nicht bedürfen? Eine zusammenhaltende Idee zieht sich auch durch das Reich der irdischen Bildungen, — sollen wir nicht versuchen sie auch hier zu ergründen? Die Erkenntniß dieses Zusammenhanges: das Verständniß der Natur ist der höchste Zweck der Naturbetrachtung, zu dem die Kenntniß der Formen nur das Mittel ist!

Aber freilich ist diese Kenntniß des Einzelnen auch das alleinige Mittel dazu! Unsere Blicke sind zu schwach, um mit einem Male zu übersehen, wie alle die zahllosen Fäden des großen Weltorganismus in einander und durcheinander zusammenschießen zu einem großen Gewebe: langsam müssen wir Faden nach Faden zur Hand nehmen, um aus ihrer Vergleichung erst die Verknüpfungspunkte zu errathen, durch welche sie mit einander verschlungen sind. Das ist der Schneckengang, zu dem die Schwäche unserer Sinnes- und Verstandes-Kräfte uns verurtheilt! Das Reich der Gesteine, die Thierwelt, das Pflanzenreich, alle drei sind in der Wirklichkeit nicht geschieden als drei gesonderte Abtheilungen: Alles wogt und wurzelt in der Natur selbst in einander, und diese drei Reiche, die wir trennen, diese drei Theile, in welche wir das große Ganze zerreißen, sie sind auf das Innigste mit einander verknüpft durch den gemeinsamen Grundplan ihrer Bildung, durch die Wechselwirkung des Einen auf das Andere. Einen Schritt gegen die Natur begehen wir, indem wir sie trennen und das einzeln betrachten, was nicht als Einzelnes, sondern nur im Zusammenhang mit dem Andern Bedeutung hat, aber einen Schritt, leider eben so nothwendig, als er unnatürlich genannt werden muß. Aber noch mehr: nicht genug, daß wir das Ganze unnatürlich zerreißen in drei besondere Abtheilungen, — auch jede dieser Gruppen, ja jede einzelne Bildungsform selbst ist unseren Kräften noch zu massenhaft; wir müssen selbst den einzelnen Organismus, das für sich als Individuum da-

stehende Thier, die Pflanze, zerlegen und theilen, müssen Knochen, Nerven, Blutgefäße, müssen Blätter, Blüthen, Früchte für sich betrachten, um einen ungefähren Ueberblick über das Ganze zu gewinnen. Und jetzt, nachdem wir siegreich den Geist herausgetrieben, glauben wir etwas Großes geleistet zu haben: wir halten ja die Theile in unserer Hand, und können diese mit Muße und ganz aus der Nähe besehen. Nur schade freilich, daß bei dieser Zertrümmerung des Gebäudes die demselben zu Grunde liegende Idee sich nicht fassen läßt mit Zange und Messer, um sie ebenfalls hinzuzerren unter Loupe und Mikroskop!

Es ist noch nicht so gar lange her, daß wenigstens der menschliche Körper vor solcher Zerstückelung durch ein frommes Gesetz geschützt war. Die Harmonie des Gliederbaues sei zu erhaben, so meinten die Alten, um sie mit frecher Hand zu zerstören. — Wer denkt hierbei nicht unwillkürlich an jenen Brahminen? Ein weißer Mann aus dem Westen, sein Gastfreund zeigt ihm ein kostbares Glas: einfach rund ist seine Form, ohne Edelsteine seine schmucklose Fassung. Aber wunderbar sind dieses Glases Kräfte: in hundertfacher Vergrößerung erschließt es dem erstaunten Auge eine neue Welt; im Wassertropfen tummeln sich lebende Wesen, und Runzeln, Poren, Theile werden da sichtbar, wo die Oberfläche vorher so glatt, so eben erschien. Ein frommes Grausen erfaßt den Priester. „Ein kostbares Glas! Verkauf' es mir! Ich zahle Dir hohen Preis!" Aber dem Reisenden ist sein schätzbarstes Gut nicht feil, — wie hoch denkt er den Greis zu ehren, da er es endlich als Gastgeschenk dem Bittenden verehrt! Und dieser? Mit heiligem Zorn schleudert er das Glas gegen die Felswand, daß die klaren Krystallsplitter umherspringen: „Was Gott als Ganzes hinstellt in die Natur, das soll der Mensch nicht betrachten in seinen einzelnen Theilen!"

Und fürwahr, wenn wir uns beruhigten bei dieser Betrachtung des Einzelnen, dann hatten sie Recht, die frommen Alten, die durch ein Verbot das Heiligthum des menschlichen Körpers schützten

vor profanen Blicken, dann führt auch die stärkste Vergrößerung seiner Theile durch optische Hülfsmittel nur zu einer planlosen Zerstückelung. Fein zwar und ungemein zierlich sind die Zellen, diese letzten Splitter, in die das Mikroskop den Organismus zerreißt, überaus anziehend ist die Betrachtung einzelner Thier- und Pflanzenformen, die wir herauslösen aus ihrem Verbande in der Natur: aber wird sich mit der Bausteine Form begnügen, wer den Plan des Gebäudes erfassen will? Wir müssen das Ganze zertrümmern, aber nur, um es wieder zusammenzufügen, wir müssen die Form erforschen, aber nur um die Idee zu ergründen, die ihr zu Grunde liegt, das Einzelne müssen wir betrachten, aber allein um zu dem Allgemeinen uns aufzuschwingen, dessen concreter Ausdruck es ist. Dieses Zurückschließen, dieses Wiederzusammenfügen enthält erst die Sühne für jene unnatürliche Zerstückelung: die Natur besteht nicht aus Einzelheiten, aber wir können sie nur aus Einzelheiten erkennen!

Freilich ein sehr kühnes Unternehmen, aus Bruchstücken das Ganze zurückconstruiren zu wollen! Zerbrechen Sie ein künstliches Triebwerk, und schwer wird es Ihnen werden, zu erkennen, wie die einzelnen Räder und Hebel in einander griffen, da es noch ein Ganzes war: wir aber wollten es wagen, aus den zerrissenen Trümmern der Natur die schöpferische Idee zu erkennen, die ihre Gebilde im All zusammenhält? Seien wir immer zufrieden, wenn es uns gelingt, einige wenige der tausend Verknüpfungspunkte aufzufinden, durch welche die einzelnen Organismen unter einander und mit der unorganischen Natur verkettet sind!

Sehr fördert es uns bei der Erforschung dieses Zusammenhangs, daß wir die Natur lebend betrachten können: im Drängen, in der Bewegung der einzelnen Gestalten offenbart es sich recht, wohin deren Kräfte gerichtet sind. Sie haben jenes künstliche Uhrwerk zerbrochen, die Form der Zapfen und Räder haben Sie genau studirt: — jetzt setzen Sie es zusammen, und sehen Sie, wie es in regelmäßigem Gange sich bewegt. Das kreisende Rad wird, so zeigt sich, durch die Last des schweren Gewichtes getrieben, der schwin-

gende Pendel regulirt zu gleichförmiger Bewegung die schwirrenden Räder, und diese wiederum, mit künstlichen Zähnen in einander greifend, bewegen an ihren Achsen die Zeiger, treiben durch künstliche Hebel das Schlagwerk.

So treiben und drängen auch in der Natur die einzelnen Gestalten einander: keine steht lose und abgerissen da, jede hat ihre ganz bestimmte Rolle, jede ihren bedeutungsvollen Platz. Nur durch das harmonische Ineinandergreifen Aller erhält sich das vollkommenste Gleichgewicht.

Freilich läßt sich hier nicht ganz so leicht, wie in jenem Uhrwerk die Bedeutung der einzelnen Theile erkennen. Wir müssen vielmehr denselben Weg gehen, den die Wissenschaft einschlug, als es darauf ankam, die Verrichtung der einzelnen Organe im menschlichen Körper zu ermitteln. Auch hier reichte die Betrachtung des todten Körpers nicht aus. Aus der Untersuchung von Leichen hatte man den Bau, die Gestalt der einzelnen Organe erkannt: ihre Verrichtung blieb ein Räthsel, so lange man mit der todten Form sich begnügte. Die Betrachtung des lebenden, des gesunden Organismus war aber ebenfalls nicht ausreichend: so harmonisch und unbemerkbar greifen die Organe mit ihren verschiedenen Thätigkeiten in einander, daß wir wohl das Resultat des Zusammenwirkens Aller, das Leben, erblicken, aber nicht im Stande sind, sie einzeln und getrennt in ihren Wirkungen zu verfolgen. Da kam man auf den Gedanken, diese Harmonie des Körpers theilweise zu stören, der kranke Organismus ward beobachtet. Man begann, Thiere lebendig zu öffnen, mit ihren Organen zu experimentiren, ja, man machte den Versuch, einzelne dieser Theile zu entfernen: — es traten Krankheitserscheinungen ein, aus deren Charakter man im Stande war, zurückzuschließen auf die Verrichtung, die das gereizte oder gar entfernte Organ im gesunden Organismus auszuführen hat. Sehen Sie hier den glücklichen Weg! Abnorme Zustände lieferten, so parador es klingt, den Schlüssel zur Erklärung der normalen Verhältnisse.

Auch im Ganzen der Natur werden hin und wieder solche Störungen des Gleichgewichtes, solche Krankheiten beobachtet, — gerade der Mensch greift häufig störend ein, und ruft unnatürliche Erscheinungen hervor, deren Folgen er selbst am schwersten zu empfinden hat. Beispiele hiervon sind nicht selten, — wir finden sie am leichtesten bei den Thieren, und selbst bei solchen, von denen wir wegen ihrer Kleinheit nicht glauben sollten, daß ihr Auftreten von besonderer Wichtigkeit werden könnte. — Sie haben in den Zeitungen hin und wieder traurige Berichte über die Verheerungen gelesen, welche die Feldmäuse in einigen Gegenden Deutschlands auf den Getreidefeldern ausüben. Die Unzahl dieser kleinen Thiere nimmt zuweilen so zu, daß alle Saat verloren gegeben wird: auf dem Halme schon wird das Korn ausgenagt. Man hat tiefe Gräben mit steilen Ufern rings um die verwüsteten Felder ziehen müssen, um so wenigstens ein Weiterwandern der bösen Gäste zu verhindern. In diesen Gräben wurden Tausende getödtet, bis endlich der Eintritt heftigen Regens und großer Kälte die kleinen Räuber vertilgte. — Woher eine so übermäßige Ausbreitung dieser Thierform, fragen Sie, woher diese Störung des Gleichgewichtes? Der Grund ist derselbe, der in Thüringen ein anderes Nagethier, den Hamster, in seinen für den Landmann so verderblichen Räubereien schützt. In großen Backentaschen schleppt dieses kaum einen Fuß lange Thier Getreidekörner in die Kammern seiner unterirdischen Wohnung: man findet in letzteren oft einen Vorrath von zwanzig bis dreißig Pfunden, und leicht werden Sie es Sich bei der großen Zahl dieser Räuber erklären, daß es dort Leute giebt, die sich aus dem Ausgraben der Hamsterbauten ein Geschäft machen, und das unrechte Gut den Dieben wieder abnehmen, um es selbst zu verzehren. In Gotha hat selbst die Regierung sich veranlaßt gesehen, gegen die übermäßige Vermehrung dieser kleinen Feinde des Landmanns einzuschreiten, und auf deren Vertilgung eine Belohnung zu setzen: in dem einen Jahre **1834** wurden dort für mehr als **100,000** eingelieferte Hamsterbälge die Prämien bezahlt. — Sie sind geneigt, diese Regierung

zu preisen, für den Schutz, den sie dem Landmann gewährt, und doch ist jene Verfügung nur eine Maaßregel, wodurch man sich vergeblich bemüht, die Folgen einer älteren Verordnung zu paralysiren, die das Uebel gerade in seinem Grunde befördert. Wie nämlich überall erst die größeren und stärkeren Raubthiere, dann aber nach deren Ausrottung namentlich die kleineren ein Gegenstand der Verfolgung von Seiten der Jäger waren und noch sind, so auch dort; der Fuchs raubt hier und dort einen jungen Hasen, ein Hühnchen; der Habicht, die Eule holt sich eine Taube, und Marder, Iltisse, wilde Katzen schaden dem Wildstande in den Forsten, dem Federvieh auf dem Gehöfte des Bauern. Was Wunder also, daß man mit einer gewissen Erbitterung sich rächt; auch an unserer Landleute Scheunen sehen wir noch hier und da die Körper der erlegten Habichte und Eulen angenagelt als Trophäen oder, nach der Meinung des Landmanns, als Warnungszeichen für die übrigen thierischen Räuber, ja in vielen Staaten Deutschlands, auch in Thüringen werden sogar von den Regierungen für die eingelieferten Fänge einer Eule oder eines Habichts Belohnungen gezahlt. Man vergaß nur dabei, daß nach Vertilgung dieser kleinen Raubthiere die Zahl der von ihnen in Schranken gehaltenen Mäuse und Hamster zunehmen, und zwar bei ihrer starken Vermehrung, unglaublich zunehmen mußte; kein Wunder, daß gerade da diese Thiere behaglich sich ausbreiten, wo der Mensch selbst sie durch seine Gesetze, durch Vertilgung ihrer natürlichen Feinde schützt, kein Wunder, daß wir nun auf andere Gesetze sinnen müssen, um die Folgen jener Störung des allgemeinen Gleichgewichtes zu vermindern.

So greifen in der Natur die einzelnen Gebilde ineinander: genau sind die Kräfte des Einen auf die Stärke, auf die Vermehrung des Andern berechnet, und nur durch die freie, ungehinderte Bewegung des Einzelnen geht das Ganze seinen geregelten Gang. Diese Bedeutung der einzelnen Formen für das Gleichgewicht der Gesammtheit, diese Physiologie der Natur ist maaßgebend für jede auf das Verständniß gerichtete Betrachtung: sie erschließt uns wenigstens

von Einer Seite her den Zusammenhang, der die einzelnen Formen zu einem Ganzen verknüpft.

Gar verschiedenartig aber ist diese Bedeutung der einzelnen Formen für die Gesammtheit, sehr abweichend ihr Platz im Haushalte der Natur: natürlich also, daß in der physischen Bildung der einzelnen Gestalten sich Gegensätze finden werden, bedingt durch die verschiedenen Richtungen, nach denen sie thätig sind. Vergleichen Sie die Form eines Falken mit der eines Maulwurfes! Welche Verschiedenheit! Aber was sollten auch dem letzteren der kräftige Bau, die stark beschwingten Fittige des Adlers, — zum Hindurchwühlen durch das feste Erdreich ist ihm sein walzenförmiger Körper, sein kurzes sammetartiges Haar, woran Erde und Staub nicht haften, viel nützlicher; was sollte ihm der starke, hackige Hornschnabel des Raubvogels, — viel besser dient ihm sein weicher, nervenreicher Rüssel zum Aufspüren der Würmer und Insektenlarven, — und die kurzen, schaufelförmigen Füße, vollkommen geeignet zum Bohren und Graben, sind ihm eben so nothwendig in seiner Lebenssphäre, als dem Falken die gedrungenen, krummen Krallen zum Packen der Beute. Nicht genug also, daß wir überall Verschiedenheiten finden, — diese Gegensätze, was die Hauptsache ist, sind nothwendig, sie sind bedingt durch die Verschiedenheit der Medien, in denen die einzelnen Organismen leben, durch den abweichenden Platz, den jeder einnimmt in der großen Werkstätte der Natur. Und doch, trotz dieses Gegensatzes der physischen Bildung, zeigt sich oft gerade da Uebereinstimmung, wo äußerlich die größte Verschiedenheit herrscht, eine Uebereinstimmung nicht sowohl in der Bildung selbst, als in dem Gedanken, der dieser Bildung zu Grunde liegt, eine Einheit, nicht in der Form, sondern in dem Plan, nach welchem die Form construirt ist. Dieselben Knochen, die den Flügel des Adlers zusammensetzen, — wir finden sie wieder in dem Arme des Menschen, wie in der krüppelhaften Fußbildung des Maulwurfes und in den Flossen des Walfisches; einzelne scharfe Grundzüge wiederholen sich überall in der Bildung der einzelnen Organe, in

dem Bau der Organismen selbst, — sie sind verschiedenartig modificirt je nach der verschiedenen Thätigkeit, der sie dienen, je nach der abweichenden Function der einzelnen Formen im Gesammtorganismus. Das eben ist die erhabene Einfachheit der Natur, daß zur Erreichung verschiedener Zwecke nicht überall auch verschiedene Mittel in Anwendung kommen, sondern daß dieselbe Idee, derselbe Grundplan durch eine leichte Modification in ihrer Ausführung den verschiedenartigsten Medien, ganz entgegengesetzten Thätigkeiten angepaßt wird. — Die Erkenntniß dieses, den verschiedenen Formen gemeinschaftlichen Grundplanes ist der zweite Gesichtspunkt, von dem aus sich uns eine Einsicht in den Zusammenhang der, nur äußerlich getrennten, Naturgestalten eröffnet.

So erreichen wir auf doppeltem Wege unser Ziel. Aus der Beantwortung unserer ersten Frage „nach der Wirkung, nach der Bedeutung" der einzelnen Formen ergiebt sich uns deren Zusammenhang durch ihre Stellung im Haushalte der Natur; diese zweite Aufgabe, „die Erforschung des ihre Bildung bedingenden Grundplans" mit seinen verschiedenen Modificationen führt uns zu ihrer Verknüpfung im System. Beide Fragen sind nicht von einander zu trennen, denn die Stellung in der Natur, die Thätigkeit für das Ganze ist ja eben der bestimmende Gedanke, der den Plan der Bildung modificirt, und ihm in der concreten Form seinen physischen Ausdruck verleiht.

Mit der klaren Erkenntniß dieses Zusammenhanges wäre nun freilich viel, wäre Alles gewonnen, — ihr müssen wir nachstreben im Kleinen, wie im Großen, bei der Erforschung der einzelnen Organe nicht minder, wie bei der Betrachtung der Organismen selbst. Gelingt es uns, die verschiedenen Naturformen durch Erkenntniß des ihrer Bildung zu Grunde liegenden Planes unter allgemeinere Gesichtspunkte zusammenzufassen, und in der Verschiedenheit ihrer Bildung nichts als den verschiedenen Ausdruck der Thätigkeiten zu sehen, zu deren Ausführung jener Grundplan verschieden modificirt werden mußte: so haben wir das erreicht, was das eigentliche Ziel

höheren Strebens ist, — wir haben von ihrer Kenntniß, dem Fundamente jeder Forschung, uns aufgeschwungen zu ihrem Verständniß, mit dem der Denkende sich allein beruhigen kann. Ob es uns gelingen wird, dies Ziel zu erreichen? In buntem Chaos wogt die Welt natürlicher Bildungen vor unseren Augen durch einander: wird unser Blick scharf genug sein, eine planmäßige Ordnung, ein natürliches System in diesem Chaos zu erkennen? — Eine sichere Bürgschaft dafür haben wir nicht! Der langsame Gang menschlicher Forschungen, der uns zwingt, das zu zerreißen, was nicht zerstückelt werden darf, der uns nöthigt, nach einander zu betrachten, was gleich berechtigt neben einander dasteht in der Natur, hemmt uns in unserem Streben nach Klarheit, ja, selbst die Begeisterung, mit der wir solchem Ziele entgegenstreben, verlockt den vorwärts Dringenden nur gar zu leicht durch Trugbilder, und läßt das ihn finden, was er eben zu finden hoffte. Jedenfalls, sollte das Ziel auch fern liegen, sollte es selbst unerreichbar scheinen: das Streben danach führt in sich schon hinreichenden Reiz, um uns zu veranlassen zu dem kühnen, aber erhebenden Wagniß: „mit menschlichen Kräften, aus den Einzelheiten, die allein uns zugänglich sind, die Natur als das erkennen zu wollen, was sie ist, nämlich als Ganzes!"

Daß die Befürchtung, durch Forschungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaft dem Materialismus anheim fallen zu können, sich bei einer solchen Betrachtungsweise von selbst widerlegt, bedarf keiner Erwähnung! Und wenn selbst die Resultate derselben nicht in allen Punkten mit den Ergebnissen anderer Wissenschaften übereinstimmen, sollten wir uns deshalb verpflichtet fühlen, dieselben zu verwerfen und sie den letzteren unterzuordnen? Nimmermehr! Von verschiedenen Ausgangspunkten streben die einzelnen Wissenschaften einem gemeinsamen Ziele zu, „der Erkenntniß des letzten, höchsten Grundes aller Dinge", — ihre Wege sind verschieden, wie ihre Ausgangspunkte verschieden sind, und jeder Weg bezeichnet eine andere Methode der Forschung; aber gerade in dem Allen gemeinschaftlichen Ziele liegt auch ihre vollkommen gleiche Berechtigung,

in der nothwendigen Verschiedenheit der zu ihm führenden Wege liegt die Bürgschaft, daß die Ergebnisse der einen Wissenschaft nicht bindend sein können für die Forschungen der andern.

In reicher, üppiger Fülle liegt das Gebiet organischen Lebens vor uns entfaltet, — unbefangen haben wir es zu durchwandern, offenen Blickes haben wir seine Entwickelung zu betrachten! Jede Zone ist ein Blatt, jede Form ein Zeichen des großen heiligen Buches, darin die Gottheit sich uns offenbart: an uns wird es sein, darinnen zu lesen!

II.

Zahl und Form bei Pflanzen und Thieren.

Wer sich von der physischen Ausführung einer streng mathematischen Idee eine Vorstellung machen will, der betrachte mit einiger Aufmerksamkeit einen Bergkrystall, einen frisch aus dem Felsen gebrochenen Granaten oder sonst einen krystallisirten Stein. In gesetzmäßiger Neigung treffen hier Flächen von ungemein regelmäßiger Gestalt zusammen, diese Flächen sind so spiegelglatt, als hätte ein Juwelier sie geschliffen, die Linien und Kanten sind so scharf, in Länge und Breite schließen sie so genau sich an einander, als wäre Alles auf das Genaueste vorher berechnet und dann mit Winkelmaaß und Cirkel ausgeführt. In der That kommen wir auch bei der Untersuchung der Krystallformen ohne Rechnung, ohne Cirkel und Winkelmaaß nicht aus; die Mathematiker haben sich dieser Formen bemächtigt, und es hieße, Ihre Geduld auf eine zu harte Probe setzen, wenn ich Sie mit einer Ableitung derselben quälen wollte. Das Eine genügt, daß es den Gelehrten gelungen ist, alle diese verschiedenen Formen auf gewisse Grundgestalten zurückzuführen, von denen jeder einzelne Krystall als eine besondere Abänderung erscheint. Ja, auch die scheinbaren Unregelmäßigkeiten, die als Abstumpfungen der Ecken und Kanten hin und wieder sich finden, sind strengen Gesetzen unterworfen, und sogar in den Doppelt- oder Zwillingsbildungen der Krystalle hat man mathematische Regeln erkannt.

Was aber werden Sie sagen, wenn ich Ihnen als Gegenstand unserer heutigen Betrachtung die Behauptung entgegenbringe, daß auch in der Form der Pflanzen und Thiere, ja selbst des Menschen ein mathematischer Grundplan ausgeprägt ist? Erstaunt wenden Sie sich ab und machen sich gewiß im Stillen auf Trugschlüsse und Winkelzüge gefaßt, wie sie zur Behauptung eines Paradoxons erforderlich sind. Sie wenden sogleich ein, daß wir in der Form der organischen Wesen oder gar an unserem eigenen Körper jene regelmäßigen Kanten, Ecken, Flächen und Winkel nicht wieder finden, die an der Gestalt jener Krystalle uns sogleich in die Augen fielen. Nach dem, was wir unter mathematischem Gesetz verstehen, bescheiden wir uns gern, eine so kühne Behauptung fallen zu lassen, und behaupten dreist, daß doch wohl andere als menschliche Augen dazu gehören, in den biegsamen Gestalten der Pflanzen, in den wandelbaren Formen der Thiere einen mathematischen Grundplan zu entdecken.

Und in gewisser Beziehung haben Sie Recht. In der Form jener gekrümmten Oberflächen, jener geschwungenen Linien, welche die charakteristischen Umgrenzungen organischer Bildungen sind, hat man trotz der ungemeinen Fortschritte der Formenlehre noch keine strenge Norm erkennen können, — von einem dichten Schleier ist das ursprüngliche Bildungsgesetz uns verhüllt, — wer weiß, ob es jemals gelingen wird, ihn zu lüften? Anders aber ist es mit den Lagerungsverhältnissen jener Flächen und Linien, mit der Stellung und Anordnung der einzelnen Organe. Hier ist es wirklich dem Scharfsinne geistreicher Forscher gelungen, etwas tiefer einzudringen, und vielleicht reicht Ihre Geduld aus, mir hier etwas weiter zu folgen, wenn ich Ihnen die Versicherung gebe, Sie nicht durch mathematische Formeln und Deductionen ermüden, sondern Ihnen bloß einige Anschauungen vorführen zu wollen.

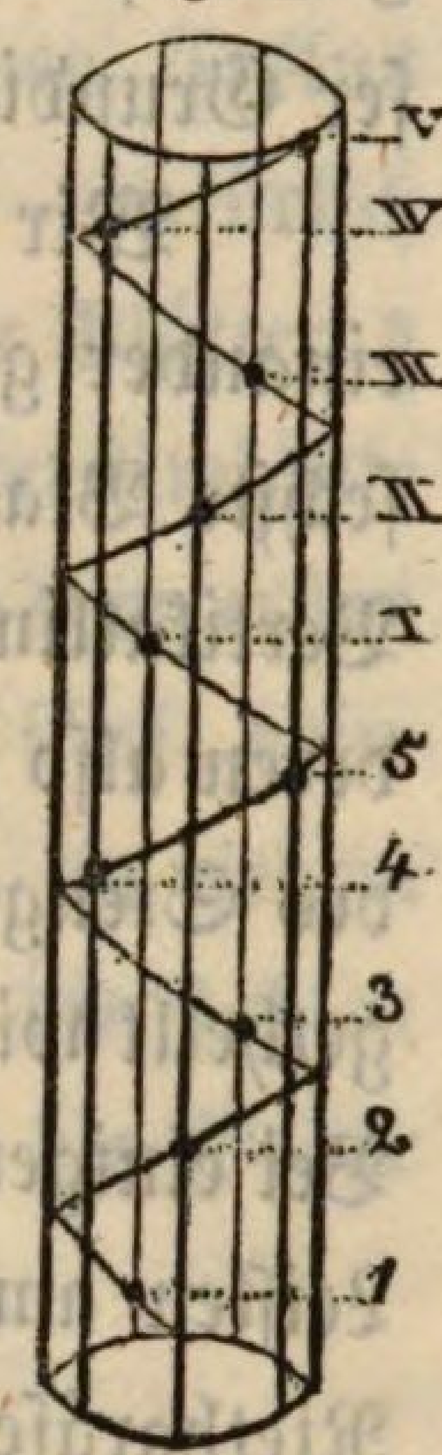
Bleiben wir zunächst bei den Pflanzen stehen. Hier fällt es Jedem, noch von der Schule her ein, daß gewisse Organe sehr beständige Zahlenverhältnisse zeigen, so beständig, daß der berühmte

Schwede Linné nach der Zahl der Staubgefäße und Pistille viele Klassen seines Systems bestimmen konnte, — wir erinnern uns, daß die Iris drei, das Veilchen fünf, die Tulpe sechs Staubgefäße hat. Aber auch dem, der nie Botanik getrieben, ist es sogleich erinnerlich, daß die wilde Rose fünf Blumenblätter, daß der Jasmin deren vier hat, und daß in den Blüthen und Fruchttheilen gewisser Pflanzen bestimmte Zahlen sich regelmäßig wiederholen. Dies ist indessen noch nicht das Wesentliche. Unser Goethe war einer der Ersten, die durch vergleichende Beobachtungen erkannten, daß Kelch- und Blumenblätter, daß Staubgefäße und selbst die den Samen erzeugenden Fruchtblätter nichts sind, als eigenthümliche Modificationen (Metamorphosen) der Blattform, so daß, genau genommen, eine Pflanze aus Nichts als aus Wurzel, Stengel und Blättern besteht. Das Erste also, was wir vorzunehmen haben, um uns jene Beständigkeit in der Zahl gewisser Blüthentheile zu erklären, ist eine Vergleichung der Blätter, und eine Untersuchung, ob auch in ihrer Stellung am Stengel jene Regelmäßigkeit sich wiederholt. Hören wir, was die gründlichen Untersuchungen verdienter Botaniker und Physiologen in dieser Beziehung ermittelt haben.

Nimmt man einen jungen Trieb einer Eiche und zieht auf der Rinde eine Linie vom Ansatzpunkte eines Blattes bis zum folgenden, von diesem wieder bis zum folgenden u. s. w., so wird man überrascht durch den regelmäßigen Verlauf dieser Linie: es ist eine Schraubenlinie, die sich in regelmäßigen Gängen um den Stamm windet. Dasselbe zeigen uns die Blätter der Ellern, Pappeln, Birken, — kurz aller Gewächse. Finden wir, wie bei der Syringe, eine paarweise Stellung der Blätter, so dürfen wir nicht die unmittelbar neben einander stehenden beiden Blätter verbinden, sondern müssen von einem derselben unsere Linie bis zu einem der beiden nächst höheren ziehen; wir erhalten in diesem Falle nicht eine, sondern zwei mit einander parallele Schraubenlinien.

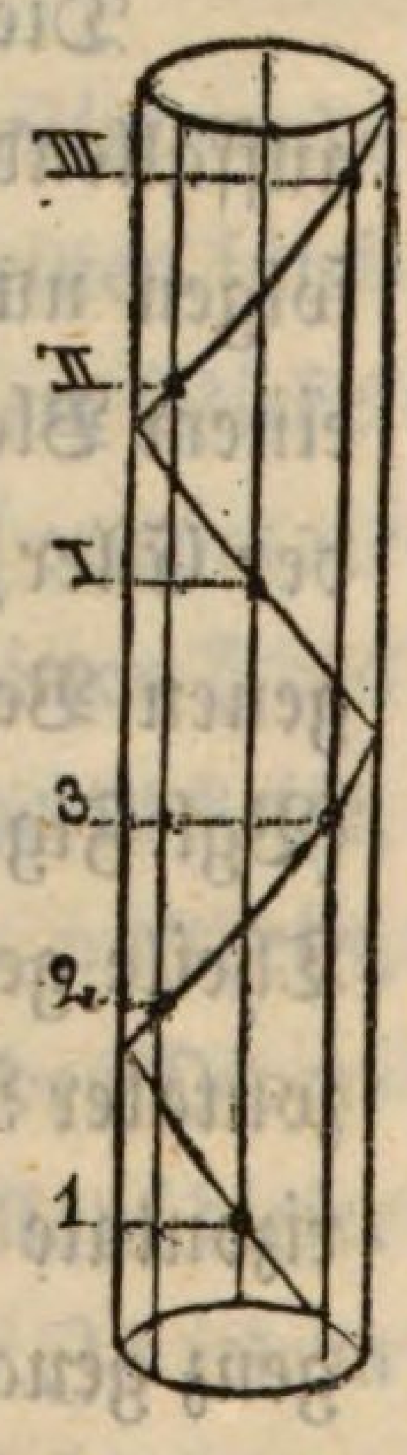
Nehmen wir wieder unseren Eichenzweig zur Hand, und verfolgen von einem bestimmten Blatte aus die Schraubenlinie um

Fig. 1.



den Stengel, so finden wir nach einiger Zeit wieder ein Blatt, das genau über dem ersten steht. Das nächstfolgende Blatt steht dann senkrecht über dem zweiten, das dritte über dem dritten u. s. w. Wir wollen nun die Blätter zählen, die in dem Zwischenraume von einem Blatte bis zu dem senkrecht darüberstehenden sich befinden. Bei unserer Eiche zählen wir fünf Blätter, und das sechste steht genau über dem ersten. (Fig. 1.) Bei einem Lindenzweige hätten wir zwei Blätter gefunden, hier steht das dritte wieder über dem ersten. So zeigt sich, daß diese Zahlen, welche man Wirbel oder Blättercyklen nennt, nicht für alle Pflanzen gleich sind: die Eller hat einen dreiblättrigen (Fig. 2.), der Färberginster einen achtblättrigen Cyklus, u. s. w. Es sind sogar Pflanzen mit Wirbeln von 13, (Ananas, scharfes Sedum), 21 (Deckblätter des großen Wegbreites), ja, selbst von 34, 55 Blättern gefunden worden. Alle diese bei verschiedenen Pflanzen beobachteten Zahlen bilden folgende höchst merkwürdige Reihe

Fig. 2.



2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55. . . . .

Das mathematische Bildungsgesetz dieser Reihe liegt auf der Hand: man erhält jedes Glied, indem man die beiden vorhergehenden zusammenlegt.

Ein wahrhaft überraschendes Resultat, — um so überraschender, je unregelmäßiger auf den ersten Blick gerade die Stellung der Blätter am Stengel erscheint. Nicht genug, daß jeder Pflanze für sich eine bestimmte Zahl zu Grunde liegt, jede dieser Zahlen ist wiederum ein Glied einer sie alle umfassenden Reihe, oder mit anderen Worten: Ein Grundgesetz, Ein Grundplan umfaßt das gesammte Pflanzenreich, jede

Fig. 1. Schema der Blätterspirale beim fünfblättrigen Cyklus.
Fig. 2. Schema der Blätterspirale beim dreiblättrigen Cyklus.

Form ist nur ein concreter Fall, eine besondere Verkörperung dieser Grundidee!

Wir verbinden jetzt an unserem Eichenzweige immer die zwei einander gegenüberstehenden Blätter durch gerade Linien. Da das sechste Blatt immer über dem ersten steht, so fällt die sechste dieser Vertikallinien wieder mit der ersten zusammen, — wir erhalten deren also gerade fünf. Es leuchtet ein, daß durch sie der Umfang des Stengels in fünf, überhaupt immer in so viele gleiche Theile getheilt wird, als Blätter zu dem Cyklus der Pflanze gehören. — Bei einigen Pflanzen sind dieselben sogar äußerlich als Kanten und Leisten am Stengel ausgeprägt, so bei einigen Cactus-Arten, bei Riethgräsern, Binsen u. A., ja die Eiche wiederholt in ihrem fünfblättrigen Cyklus eigentlich nur die Zahl, die in der fünfeckigen Gestalt des Mark- und Holz-Körpers sich als die herrschende bei dieser Pflanze herausstellt.

Diese Gesetzmäßigkeit stellt sich von einer andern Seite noch auffallender dar. Lassen wir die Blätter selbst außer Acht und verfolgen nur die Windungen, welche die Spirallinie macht, um von einem Blatte zu dem senkrecht darüberstehenden zu gelangen. Bei der Eller, mit dreiblättrigem Cyklus, berührt sie jede der eben gezogenen Vertikallinien und setzt auf jeder derselben ein Blatt ab. (Vgl. Fig. 2.) Da hier der Stengel durch diese Linien in drei gleiche Theile getheilt wird, so ist jedes Blatt von dem folgenden in horizontaler Richtung um $\frac{1}{3}$ des Stengelumfangs entfernt. Diese horizontale Entfernung zweier auf einander folgender Blätter (Divergenz genannt) ist für alle Blätter der Eller dieselbe, freilich auch für die Eiche, für die Pappel, nur daß sie hier, bei Pflanzen des fünfblättrigen Cyklus, durch eine andere Zahl ausgedrückt wird, als bei jener. Bei unserem Eichenzweige überspringt nämlich die Spirale jedesmal eine der fünf Vertikallinien und setzt nur abwechselnd auf denselben ihre Blätter ab. (Vgl. Fig. 1.) Jedes Blatt ist daher in horizontaler Richtung von dem folgenden nicht um $\frac{1}{5}$ sondern um $\frac{2}{5}$ des Stengelumfanges entfernt, und die Schraubenlinie macht

zwei Windungen, um bis zum ersten Blatte des nächstfolgenden Wirbels zu gelangen. Bei Pflanzen des achtblättrigen Cyklus überspringt die Spirallinie immer zwei Vertikallinien; — natürlich also, daß die horizontale Divergenz zweier benachbarter Blätter $\frac{3}{8}$ des Stengelumfanges beträgt, und daß unsere Linie drei Umläufe machen muß, um ein Blatt zu erreichen, das genau über dem ersten steht. So macht dieselbe beim dreizehnblättrigen Cyklus fünf, beim 21 blättrigen acht, beim 34 blättrigen 13 Windungen in jedem Blätterwirbel. Auffallend genug, — wir finden für die Zahlen der Windungen dieselbe Reihe wieder, wie vorhin für die Größe der Blättercyklen, nämlich

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34. . . . .

Man pflegt diese Reihe mit der ersten zusammenzuziehen, und den zwei zusammengehörigen Zahlen die Form eines Bruches zu geben, dann stellen sich beide zusammengefaßt in folgender Weise dar:

$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, 2c.

Diese Brüche sind jetzt leicht zu deuten. Die bestimmende Zahl für die Blattstellung der Eiche ist $\frac{2}{5}$, d. h. diese hat einen fünfblättrigen Cyklus, und ihre Blätterspirale macht bei jedem Wirbel zwei Umläufe. Zugleich hat sich erst ergeben, daß die horizontale Entfernung (Divergenz) zweier auf einander folgender Blätter $\frac{2}{5}$ des Stengelumfangs beträgt. Wir verstehen nun leicht, was es heißt, wenn Braun, einer der Erfinder dieser Gesetze, uns mittheilt, daß er in der Sonnenblume den Bruch $\frac{55}{144}$ als Ausdruck der Divergenz gefunden habe. Die Blüthchen, aus denen der Kopf dieser Blume gebildet wird, stehen in zierlichen Spirallinien. Zu jedem Wirbel gehören 144 Blüthchen, d. h. erst die 145ste steht genau wieder über der ersten. Auf diesem Wege macht aber die Blüthenspirale 55 Windungen um den Mittelpunkt des Blüthenkopfes.

Jetzt ist uns auch manches Andere erklärlich. Die verschiedenen Blüthentheile sind, als besondere Abänderungen des Blatttypus, nothwendig nach denselben Gesetzen geordnet, — daher die beständige Wiederholung constanter Zahlen in den Staubgefäßen,

in den Blumenblättern von Pflanzen derselben Art, daher die Möglichkeit, bei dem Versuch einer Classification der Pflanzen diese Zahlen der Eintheilung zu Grunde zu legen.

Aber noch weiter geht die Herrschaft der letzteren: die Blüthen selbst und die Zweige sind ihr ebenfalls unterworfen. Ein Zweig entsteht aus einer Knospe, die Knospen also müßten vor Allem geschützt werden, wenn die Ausbreitung des Baumes gesichert werden sollte. Dies geschah durch die sichere Lage, welche die Natur ihnen anwies. Nicht unregelmäßig entspringen sie hier oder dort am Stengel, immer brechen sie hervor aus den Achseln von Blättern. So können die zarten Knospen, auf der einen Seite durch den Stamm, auf der andern durch das schützende Blatt gegen äußere Schädlichkeiten gesichert, ruhig wachsen und treiben: sie sollen gewissermaßen nur den Dank für diesen Schutz, indem sie denselben Zahlengesetzen sich unterordnen, denen ihre Beschützer, die Blätter folgen. Und die Blüthen selbst? Ihre Theile sind Blätter, sie selbst also eigenthümliche Modificationen des Zweigtypus, auch sie entspringen aus den Achseln schützender Blätter; ist es jetzt noch auffallend, daß wir erst die Blüthchen der Sonnenblume nach denselben Gesetzen geordnet fanden, die in der Blattstellung herrschen?

Doch genug von den Pflanzen! Nehmen wir jetzt wieder unseren Krystall zur Hand, und halten daneben eine Rose, einen Eichenzweig, so ist freilich die Aehnlichkeit um nichts größer geworden: aber doch sind, das erkennen wir deutlich, beide äußerlich so verschiedene Formen nach einem gemeinschaftlichen Grundplan construirt. Es ist dies die Idee einer m a t h e m a t i s c h e n B i l d u n g, augenblicklich und überaus deutlich ins Auge fallend bei den Gesteinen, versteckter, aber nicht minder durchgreifend bei den Pflanzen. — Lange Zeit hat es gewährt, viele gründliche Arbeiten waren erforderlich, ehe es Männern, wie B r a u n, S c h i m p e r, B r a v a i s, N a u m a n n, K u n t h gelang, die mathematische Gesetzmäßigkeit im Reich der Gewächse über allen Zweifel zu erheben.

Und doch ist mit allen jenen Resultaten, von denen hier nur einzelne Punkte hervorgehoben werden konnten, nur erst eine Ecke des Schleiers gelüftet, der das eigentliche Bildungsgesetz der Pflanzen uns verhüllt. Denn das liegt auf der Hand, daß die Zahl des Blätterwirbels einer Pflanze nur der Ausdruck dieses Bildungsgesetzes nach einer einzelnen Richtung hin ist.

Bei der Vergleichung der Thierformen müssen wir den eben eingehaltenen Weg verlassen. Je mehr Sie von der Richtigkeit des Satzes überzeugt sein werden, daß Zahlen beweisen, um so mehr werden Sie es mit mir beklagen, daß es der Wissenschaft noch nicht gelungen ist, auch für die Thiere alle die einzelnen Zahlen, die in den Organen sich wiederholen, unter ein gemeinschaftliches Gesetz zusammenzufassen. Beständig wiederkehrende Zahlen giebt es auch hier: wir erinnern uns leicht, daß die Gliedmaßen in einzelnen Abtheilungen des Thierreichs eine große Beständigkeit der Zahlenverhältnisse zeigen. Alle Wirbelthiere besitzen deren zwei Paare, unter den Gliederthieren haben die Insekten drei, die spinnenartigen Thiere vier eigentliche Fußpaare, während die Krustenthiere deren immer mehr als fünf besitzen; die Organe der Quallen und Polypen sind nach der Zahl 4, die der Stachelhäuter und Haarsterne nach der Zahl 5 geordnet. Aber alle diese Zahlen, so constant sie für sich sind, bilden unter einander kein System, und kaum wird es uns für die beiden letztgenannten Thierklassen gelingen, einen inneren Zusammenhang der Vier- und Fünfzahl mit dem eigentlichen Bildungsgesetz des Körpers nachzuweisen.

Verlassen wir also die Zahlenwelt, — räumliche Anschauungen führen uns häufig zum Ziel, wo die Rechnung uns verläßt. Wirklich liegt auch die Lösung unserer Aufgabe nicht so gar fern: unser eigener Körper kann uns führen, betrachten wir nur genau ein einzelnes unserer Organe! Das Kind, das spielend seine Hände auf dem Tische hin und her bewegt, zeigt jubelnd uns sein neues Kunststück. Es gelingt ihm, freilich mit ein wenig Gewalt, die Händchen beide im Takte nach derselben Seite zu bewegen, es

war keine Gewalt dazu nöthig, sie nach entgegengesetzten Seiten hin und her gehen zu lassen, denn sich selbst überlassen geht ja die eine rechts, die andere links. Und die Hände selbst, die es nun aufmerksam betrachtet? Jetzt ist's ihm erklärlich, weshalb der kleine Handschuh der rechten Hand nicht auch auf die linke passen will, — die Hände sind in ihrer Bildung ja ein Abbild jenes Spiels; in der einen sind die Finger von links nach rechts, in der andern von rechts nach links geordnet.

Diese gleiche, aber der Lage nach entgegengesetzte Bildung finden wir an allen unseren Organen, sie ist der Ausdruck eines Gesetzes, des Gesetzes der Symmetrie, das unserem, das dem Körper aller Wirbelthiere, Weichthiere und Gliederthiere zu Grunde liegt.

Denkt man sich nämlich den Körper einer der ebengenannten drei Thierformen durch eine Ebene (M N Fig. 3) von vorn nach hinten in zwei entsprechende Hälften zerschnitten, so ist diese ideale Ebene, diese Schnittfläche ein geometrischer Ort, auf den sich alle Theile des Körpers an beiden Seiten gleichmäßig beziehen. Für jeden Punkt *a* der rechten Seite giebt es einen entsprechenden Punkt *a* auf der linken Hälfte, der genau dieselbe Entfernung, dieselbe Lage gegen diese ideale Ebene hat, wie jener. Ein äußerst wichtiges Gesetz, wichtig namentlich für alle Organe, die zur Bewegung oder überhaupt zur Reaction gegen die Außenwelt dienen. Taumelnd würde das Pferd, der Hirsch zu Boden fallen, wenn die Glieder der rechten Seite kürzer oder überhaupt anders gebildet wären, als die

Fig. 3.

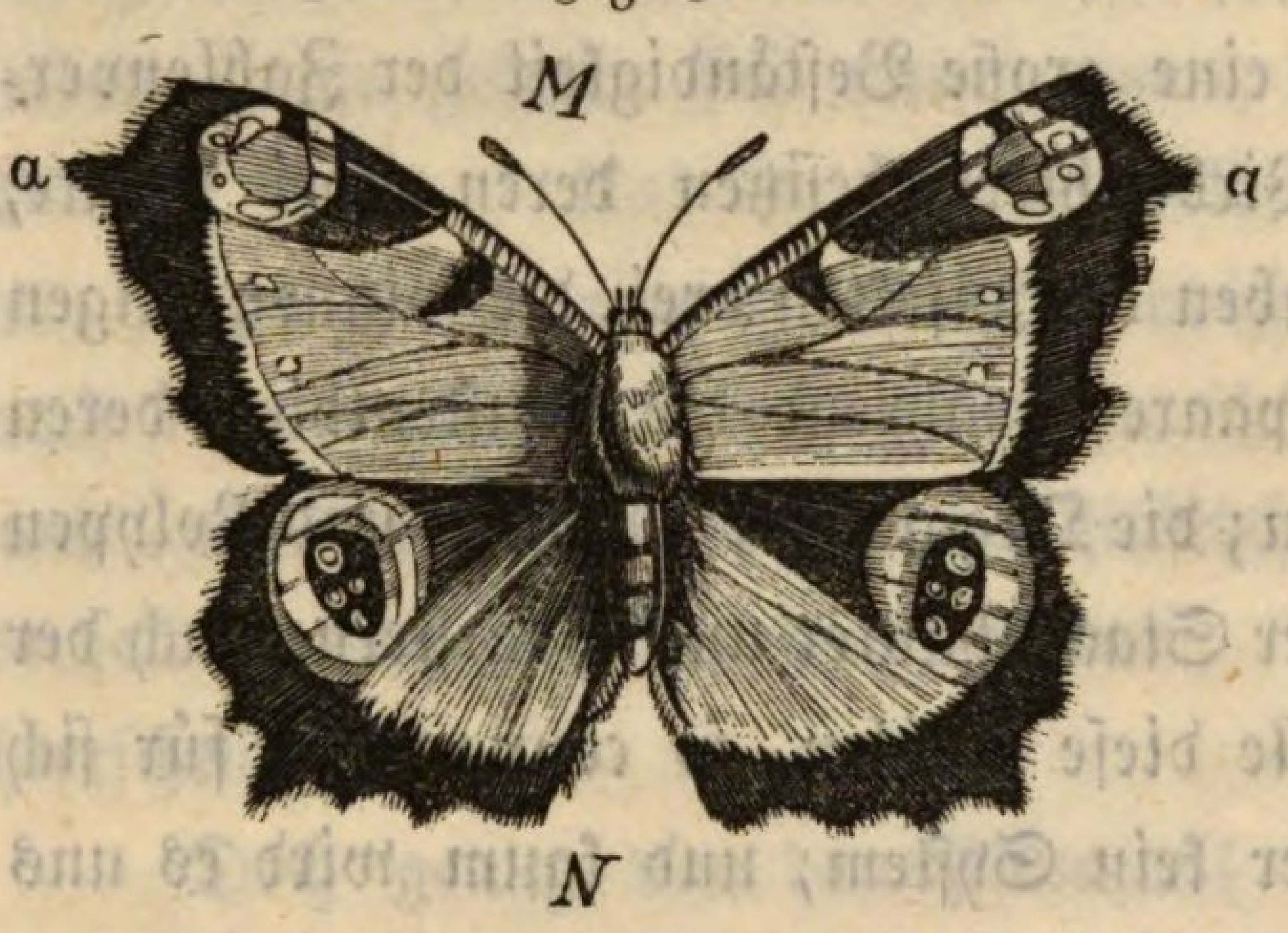


Fig. 3. Das Tagpfauenauge (Vanessa Jo) als Beispiel zum Gesetz der Symmetrie.

der linken; unbeholfen flatternd würde der Vogel vergeblich versuchen, sich in die Luft zu erheben, wenn nicht jede Feder in dem einen Flügel ihr genaues Abbild hätte in dem andern. Aber diese gleiche Form muß in entgegengesetzter Richtung ausgeführt sein, so fordert es jenes Gesetz. Hat ein Organ z. B. die Form A (Fig. 4), so kann das entsprechende Organ der anderen Seite nicht etwa die Form B (Fig. 4) haben, sondern es muß wie C (Fig. 5) gebildet sein. Dies folgt mit Leichtigkeit aus der durch das Gesetz der Symmetrie geforderten gleichen Beziehung der Punkte *a* und *a*, *b* und *b* gegen die mittlere Ebene. Trägt also eine Schwungfeder aus dem rechten Flügel eines Vogels die breitere Fahne an der linken Seite des Schaftes, so muß diejenige des andern Flügels dieselbe an der rechten Seite tragen. Ist das eine Horn eines Widders rechts (nach außen) gewunden, so muß das andere links (ebenfalls nach außen) gewunden sein.

Fig. 4.

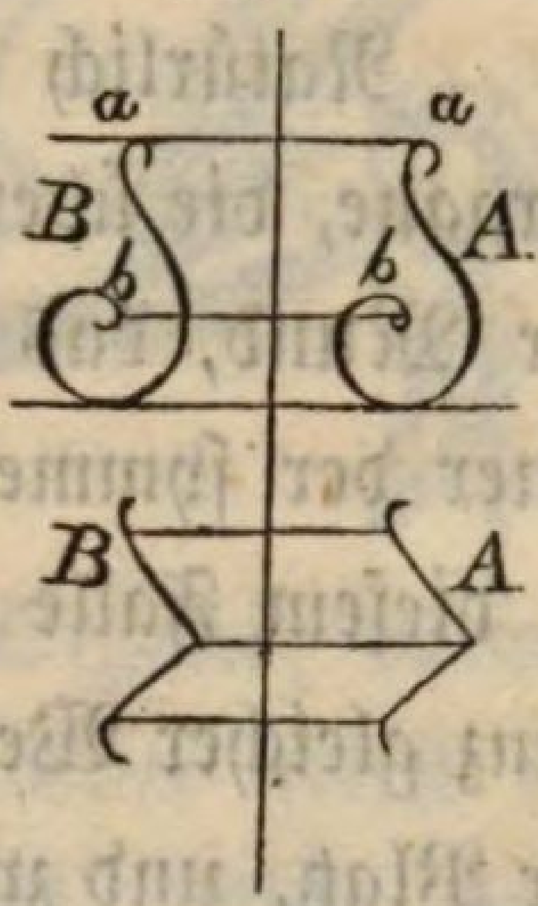
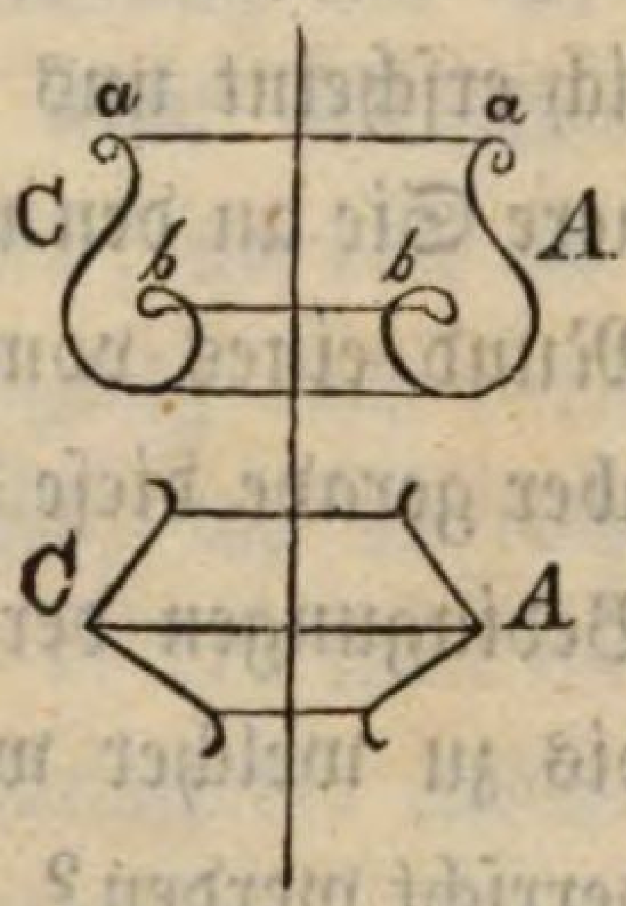


Fig. 5.



Die Tragweite auch dieser Folgerung für die richtige Ausführung aller thierischen Bewegungen ergiebt sich leicht. Der Stier, die Antilope würden offenbar an Kraft verlieren beim Stoße, wenn das linke Horn nach derselben Seite gerichtet wäre, wie das rechte; der Maulwurf kann nur dadurch beim Graben und Wühlen die Erde bewältigen, daß die kleinen schaufelförmigen Füße nach entgegengesetzter Richtung, nämlich beide nach außen, sich bewegen; wir selbst haben von unseren Schwimmlehrern gelernt, daß wir, um das Gleichgewicht zu behaupten, Arme und Beine beider Körperhälften nach entgegengesetzten Seiten ausstrecken müssen, wie unsere ursprünglichen Lehrer im Schwimmen, die Frösche; und ist nicht jener

Fig. 4 und 5. Schematische Figuren zur Erläuterung des Gesetzes der Symmetrie.

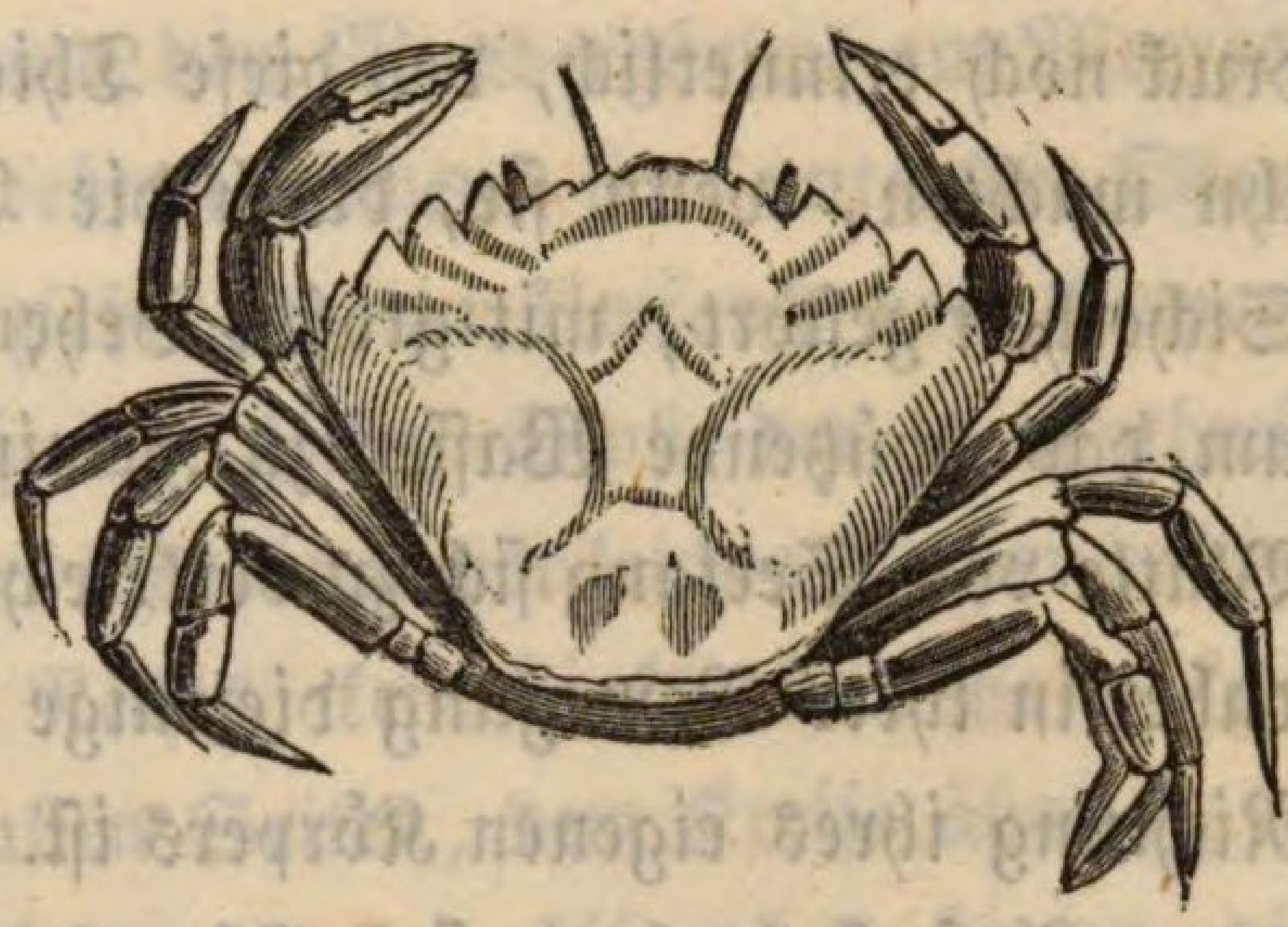
Umstand, daß die auf den Tisch gelegten Hände sich unwillkürlich leichter nach entgegengesetzten als nach derselben Seite bewegen, nur ein besonderer Fall dieses den thierischen und den menschlichen Körper durchaus beherrschenden Gesetzes?

Natürlich gilt diese entgegengesetzte Bildung nur für solche Organe, die überhaupt in der Mehrzahl vorhanden sind; die Zunge, der Mund, das Kinn, kurz alle unpaaren Organe können nicht an einer der symmetrischen Körperhälften angebracht sein: sie würden in diesem Falle nach obigem Gesetze auch an der anderen Seite in ganz gleicher Weise vorhanden sein müssen. In der Mittellinie ist ihr Platz, und zwar so, daß auch sie durch jene ideale Ebene wieder in zwei symmetrische Hälften getheilt werden. Abstoßend und häßlich erscheint uns sogar jede hiervon abweichende Bildung; ich erinnere Sie an den unangenehmen Eindruck, den der einseitig verzerrte Mund eines vom Schlage Gelähmten auf uns macht. Ist nicht aber gerade diese Aufnahme des Begriffes der Symmetrie unter die Bedingungen der ästhetischen Eindrücke ein Beweis von der Tiefe, bis zu welcher wir in unserem ganzen Sein von diesem Gesetz beherrscht werden?

Aber kehren wir zu den Thierformen zurück! Weil es für den Körper der symmetrischen Thiere eine, und zwar nur Eine Ebene giebt, auf welche sich die Punkte der rechten und linken Seite gleichmäßig beziehen, so kann es auch für jeden Punkt nur an der anderen Seite ein vollkommen entsprechendes Abbild geben, nicht aber noch in einer anderen Gegend des Körpers. Nur die rechte und linke Seite sind entsprechend gebaut, und der entschiedenste Gegensatz findet statt zwischen Oben und Unten (Rückenseite — Bauchseite), sowie zwischen Vorn und Hinten (Vordertheil — Hintertheil). Daher kann auch der Körper von vorn nach hinten eine ganz andere Dimension zeigen, als nach den Seiten. Meist ist er mehr in die Länge gestreckt, als in die Breite, d. h. er ist am meisten nach derjenigen Richtung ausgedehnt, welche jene ideale Durchschnittsebene hat. Wir sind so sehr an das Vorwalten dieser Längsrichtung ge-

wöhnt, daß wir die davon abweichenden Gestalten der Taschenkrebse für eine der sonderbarsten Formen des Thierreichs erklären.

Fig. 6



Aber noch mehr! Nach entgegengesetzten Richtungen von jener Mittelebene aus bewegen sich, wie erst gezeigt wurde, die einzelnen Organe, natürlich also, daß der durch diese fortgeschobene Körper selbst in der Mittelrichtung von hinten nach vorn fortgeht. Alle symmetrischen Thiere haben daher eine constante Richtung der Bewegung; das Wild, das wir jagen, entflieht nicht seitwärts laufend, es muß den Körper vollständig herumwenden, um eine andere Richtung einzuschlagen. Daß diese Fortbewegung nach vorn erfolgt, und nicht mit gleicher Leichtigkeit rückwärts, wie es doch jenem Gesetze nicht widerstreiten würde, und wie es in der That bei einigen Krebsen geschieht, bedingt ferner die Stellung der natürlichen Wächter des thierischen Daseins, der Sinnesorgane. Diese müssen natürlich nach vorn gerichtet sein, und liegen daher am Kopfe. Ihnen folgt nothwendig das Centralorgan des Nervensystems, zu welchem zunächst die Eindrücke der Sinne fortgeleitet werden müssen, um zum Bewußtsein zu gelangen. Der Besitz eines bald so, bald anders gestalteten, immer aber im Kopfe liegenden Gehirns ist für Wirbelthiere, Weichthiere und Gliederthiere eine nothwendige Folge ihrer symmetrischen Körperbildung. — Auffallend ist es, daß die breit geformten Taschenkrebse jene Anomalie in ihrer Körperstreckung auch in ihrer Bewegung wiederholen; wer das an Naturwundern so reiche Helgoland besuchte, und zur Zeit der Ebbe die Mühseligkeiten einer Wanderung um die Klippen und durch die

---

Fig. 6. Ein Taschenkrebs (Helgolander Strandkrabbe; Carcinus maenas Leach).

Höhlen der Insel nicht scheute, dem ist gewiß der wundersame Eindruck noch erinnerlich, den diese Thiere, dort Krabben genannt, auf ihn machten, wenn sie, durch die Tritte eines Menschen in ihrer Sicherheit gestört, mit großer Behendigkeit seitwärts davon liefen, um das schützende Wasser zu gewinnen, oder unter dem nächsten Blatte von Seetang sich zu verkriechen. Auch diese Thiere behalten daher in ihrer Bewegung diejenige Richtung bei, die zugleich die Richtung ihres eigenen Körpers ist.

Auf Helgoland sind Ihnen gewiß noch andere Thiere aufgefallen. Sie erinnern sich der regelmäßig geformten, gallertartigen Formen der Quallen, von den Seeleuten auch Polypen oder Seeflaggen genannt, welche dort, wie an allen Küsten der Nord- und Ostsee so gewöhnlich sind, daß der ängstliche Bewohner des Festlandes erst einen prüfenden Blick auf die Fluth wirft, die ihm durch belebende Bäder Gesundheit und Stärke bringen soll, ehe er sich hineinstürzt, um die heranbrausenden Wellen mit Schultern und Nacken aufzufangen. In der That ist diese Furcht nicht ganz ungegründet. Einige dieser Thiere besitzen in ihren Fangfäden eigenthümliche Nesselorgane, und der Badende, der sich zufällig in den oft 15 bis 20 Fuß langen Fangfäden verstrickt, hat tagelang an den schmerzhaften Folgen ihrer Berührung zu leiden. Andere, und zwar die gewöhnlichste Art, z. B. die in unseren Meeren so gemeine Ohrenmeduse (Cyanea aurita, Fig. 7), sind ganz ungefährlich. — Halten wir einmal bei ruhiger Seefahrt unseren Kahn an, und beobachten eine dieser regelmäßigen Gestalten! Klar, fast durchscheinend wie Krystall ist ihre Masse, einem zarten Schirm aus Gaze, einer Krystallglocke gleicht ihre Form, — wir glauben eine der wunderbaren Blü-

Fig. 7.



Fig. 7. Die Ohrenmeduse (Cyanea aurita).

thenglocken zu sehen, von denen die Mährchen uns erzählen, losgelöst und heraufgestiegen aus den Wundergärten am Meeresgrunde! Eine Zeit lang schwebt sie ruhend hart unter der Oberfläche des Wassers, plötzlich zieht sich der Umfang des Körpers kreisend zusammen, und durch den leisen Stoß, der in rhythmischer Folge sich wiederholt, gleitet schwebend der leichte Körper dahin. Wunderbar, — hier ist kein Rechts, kein Links, kein Vorn, kein Hinten zu unterscheiden, nach allen Seiten, dem Kreise ähnlich, ist der Körper gleichmäßig entwickelt, und die bläulichen Linien, die von der Mitte nach dem Rande sich ziehen, die Fangfäden selbst, mit denen dieser wie mit zierlichen Franzen besetzt ist, sind so regelmäßig am ganzen Körper geordnet, daß wir vergebens jene paarige, entgegengesetzte Anordnung der Organe suchen, wie sie das Gesetz der Symmetrie bedingt.

Und doch hat dies auch hier seine Geltung, aber es ist höher gesteigert. Gäbe es nämlich für eine Thierform außer jener ersten Ebene (MN) noch eine zweite, auf

Fig. 8.

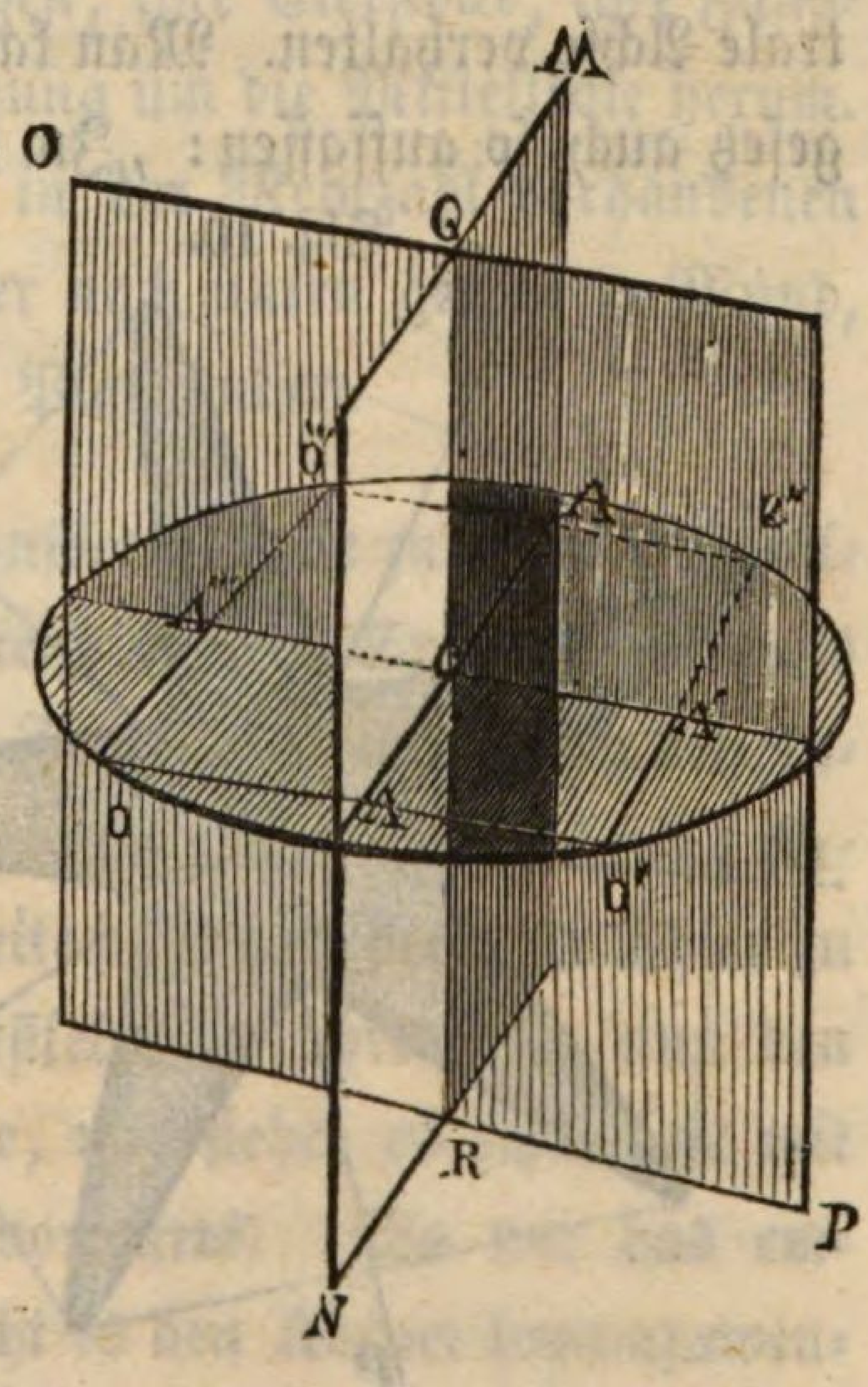


Fig. 9.

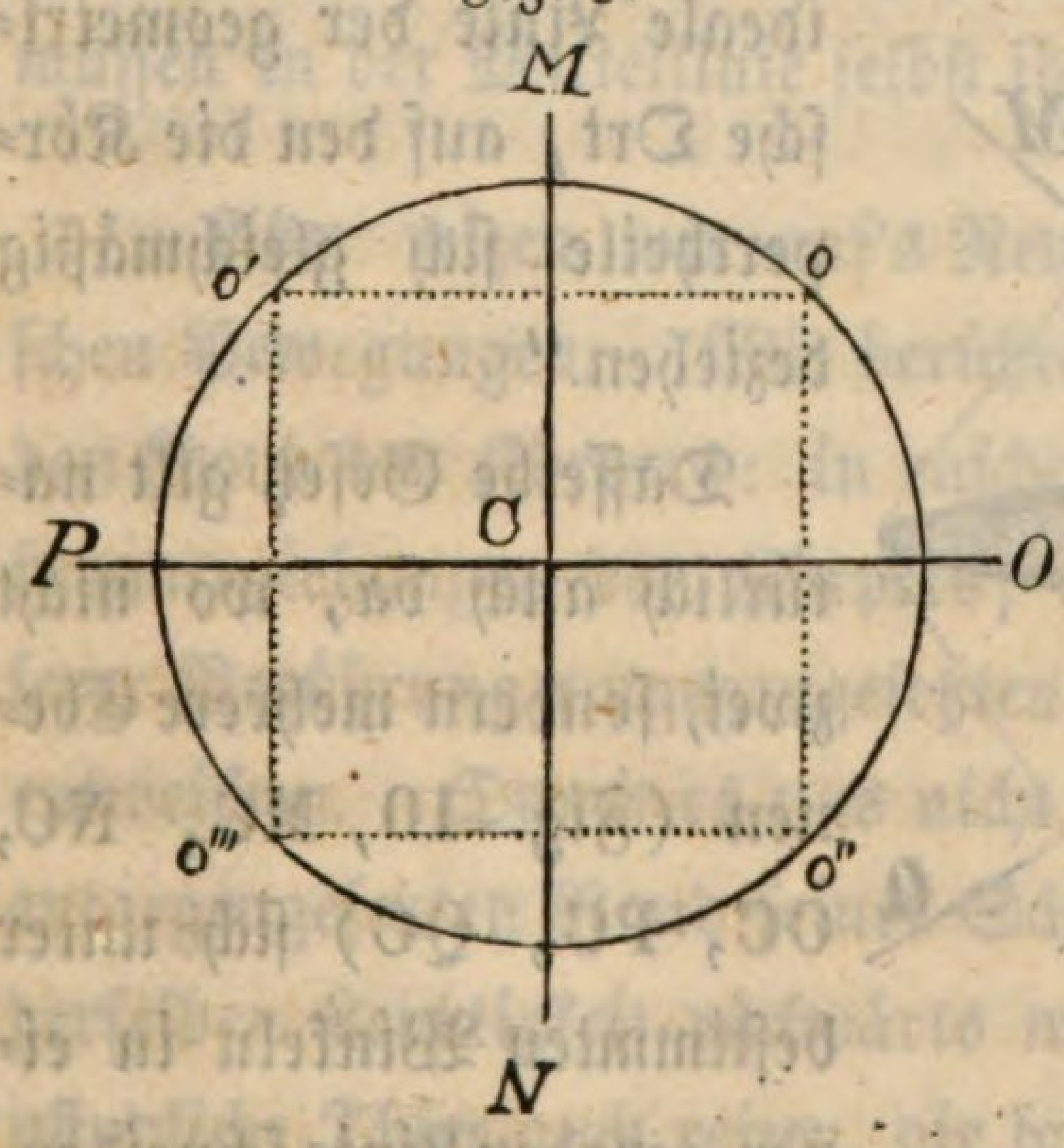
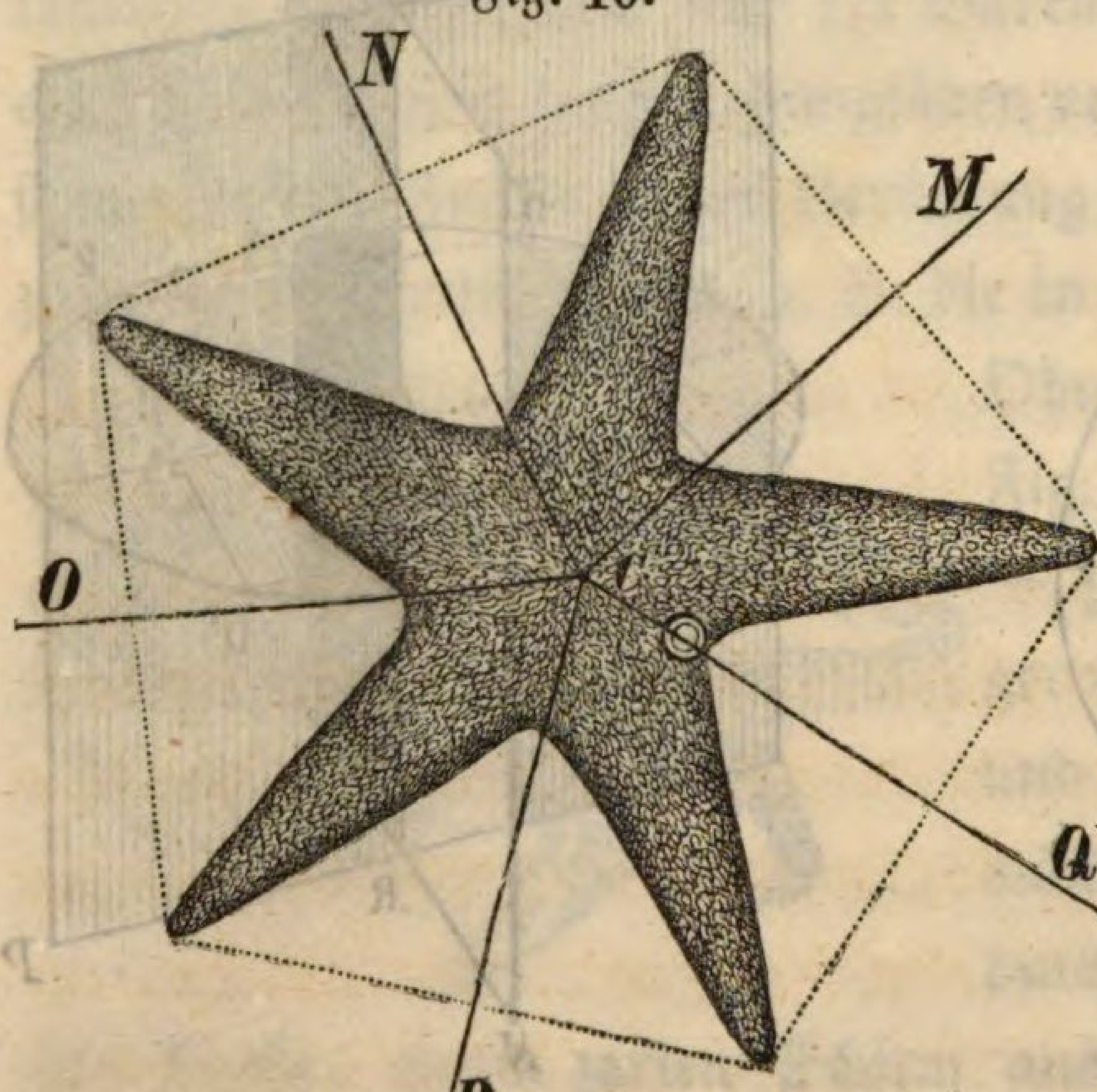


Fig. 8 und Fig. 9. Schematische Figuren zur Erläuterung der Naturformen, welche nach mehr als einer Richtung symmetrisch sind (Strahlthiere).

der ersten senkrechte Ebene (OP), gegen welche ebenfalls jeder Theil des Körpers dieselbe Lage, dieselbe Beziehung hätte, wie gegen jene erste Ebene, so müßte auch jener Gegensatz von vorn und hinten verschwinden, und nur derjenige von oben und unten bleiben. Dies ist der Fall mit unserer Meduse. Sie ist ein Mitglied aus der Abtheilung der Strahlthiere, bei denen der Körper nach mehreren Richtungen symmetrisch erscheint. Ein Organ o der einen Seite hat auch hier sein entsprechendes o′ auf der anderen Seite der Ebene MN, aber es hat auch jenseits der zweiten Ebene OP ein genaues Abbild o″, welches natürlich nun abermals jenseits MN sich wiederholt, so daß jeder Punkt nicht eine, sondern mehrere Wiederholungen hat. Beide ideale Ebenen MN und OP schneiden sich in einer idealen Linie QR (Fig. 8) und leicht ließe sich zeigen, daß alle einander entsprechenden Punkte o, o′, o″, o‴ in Bezug auf diese Durchschnittslinie eine vollkommen gleiche Lage haben, und sich gegen sie, wie gegen eine centrale Achse verhalten. Man kann daher das hier geltende Bildungsgesetz auch so auffassen: „Im Innern der Strahlthiere ist nicht eine ideale Ebene, sondern eine ideale Linie der geometrische Ort, auf den die Körpertheile sich gleichmäßig beziehen."

Fig. 10.



Dasselbe Gesetz gilt natürlich auch da, wo nicht zwei, sondern mehrere Ebenen (Fig. 10, MC, NC, OC, PC, QC) sich unter bestimmten Winkeln in einer geraden Linie schneiden.

Fig. 10. Ein Seestern (Asteracanthion roseus), zur Erläuterung der nach mehreren (fünf) Richtungen symmetrischen Thierformen (Strahlthiere).

Auch hier stellt die Durchschnittslinie (Punkt C der Figur) eine Achse dar, um welche herum in gleicher Entfernung, in regelmäßiger Anordnung die einzelnen Theile gelagert sind.

Jetzt läßt sich leicht die regelmäßige Form unserer Qualle und aller übrigen Strahlthiere erklären, — wegen der gleichmäßigen Beziehung aller Theile auf jene ideale Achse muß der Körper nach der Längsrichtung genau so geformt sein, wie nach den Seiten. Die Streckung nach einer Richtung, bei den symmetrischen Thieren so constant, muß hier verschwinden, eine gleiche Dimension nach allen Seiten tritt an ihre Stelle, und giebt dem Körper die regelmäßigen Formen, die wir als Scheiben, Glocken, Walzen, Halbkugeln, Schirme, Sterne und Blumen bei allen Strahlthieren bewundern. Natürlich sind nun die franzenähnlichen Fangfäden am Rande unserer Meduse nicht auf zwei Seiten, wie die Organe der symmetrischen Thiere geordnet, — sie müssen am ganzen Umfang sich gleichmäßig wiederholen. Ihre vier Magen, ihre Eierstöcke, ihre Fangarme liegen in gleichmäßiger Anordnung um die Mittellinie herum. Das Gleiche gilt natürlich für alle in der Mehrzahl vorhandenen Organe, — die unpaaren, z. B. der nach unten gerichtete Mund, müssen in der Mittellinie selbst ihren Platz finden.

Aber reizen wir auf's Neue unsere Qualle zu ihren rhythmischen Bewegungen. Wir berühren leise mit der Spitze des Ruders den Rand des Körpers: in rascherer Folge wiederholen sich die Zusammenziehungen des Körpers, und nach einer, der Richtung unserer Berührung entgegengesetzten Seite sucht das bedrohte Thier zu entweichen. Damit es uns nicht entfliehe, berühren wir nun den entgegengesetzten Rand seiner Scheibe, und siehe, es schwimmt mit derselben Leichtigkeit rückwärts wie vorwärts. Wo wir das empfindliche Thier auch reizen, nie braucht es den Körper herumzuwenden, um eine andere Richtung einzuschlagen. Dasselbe zeigt ein, in einem Gefäße mit Seewasser beobachteter Seestern, ein Seeigel oder ein Polyp. Die Strahlthiere kennen ein Vorn, ein Hinten

in ihren Bewegungen eben so wenig, wie diese Gegensätze in ihrem Baue ausgesprochen sind.

Sehen Sie hier den Beweis, daß auch den Formen der Thiere eine mathematische Idee zu Grunde liegt. Für alle giebt es im Innern des Körpers einen geometrischen Ort, auf den die Organe sich gleichmäßig beziehen. Bald ist's eine Ebene, die eine paarige, entgegengesetzte Anordnung der Organe, einen Gegensatz von Oben und Unten, von Vorn und Hinten bedingt; bald ist's die Durchschnittslinie zweier oder mehrerer Ebenen, die als ideale Achse den Körper durchsetzt, und eine nach allen Seiten gleichmäßige Bildung hervorruft, bei der nur noch der Gegensatz von Oben und Unten hervortritt. Wir sind versucht, noch weiter zu gehen, wir fragen: Giebt es nicht auch Thiere, für die jener innere Beziehungsort ein Punkt ist, Thiere, wo nicht zwei oder fünf, wie bei einigen Strahlthieren, sondern d r e i ideale, sich r e c h t w i n k l i g i n e i n e m P u n k t e schneidende Beziehungsebenen sich finden? Hier müßte dann auch jener letzte Gegensatz von Oben und Unten wegfallen, und jene gleiche Beziehung aller Körpertheile auf einen Centralpunkt könnte nur in kugelähnlichen oder höchstens eiförmigen Gestalten ihren concreten Ausdruck erhalten. — Nur wenige Thierformen giebt es, die im ausgebildeten Zustande diesen Bedingungen genügen: zu ihnen sind mit Entschiedenheit nur einige der mundlosen Infusionsthiere zu zählen, von denen wir indessen auch nicht mit Sicherheit wissen, ob sie schon ausgebildete Thiere, oder nur die ersten Entwickelungsformen anderer, ihnen vielleicht ganz unähnlicher Formen sind. Desto weiter verbreitet aber ist dieser Typus unter den ersten Keimen thierischer Wesen. Eine Zelle, — und aus Zellen entsteht, wie später gezeigt werden soll, jeder Organismus, — entspricht in ihrer ursprünglichen kugelförmigen Gestalt vollkommen den Bedingungen dieses Schemas, — ja, wiederholt nicht noch das ausgebildete, mit Schale und Häuten bedeckte Vogel- und Amphibienei wenigstens in angenäherter Weise diese Form?

Durch dies Resultat, daß auch die Thiere nach bestimmten

Gesetzen geformt sind, sind wir unserem Ziele um einen großen Schritt näher gekommen. Hingewiesen auf die Betrachtung des Einzelnen, der Form, können wir nun wirklich von einer Seite her den Zusammenhang wenigstens ahnen, der die drei Naturreiche zu einem Ganzen verknüpft. Dieser Zusammenhang liegt nicht in der Aehnlichkeit der Formen, er liegt in der Idee, welche sich die Formen schuf. Anders ist diese Idee ausgeführt im Reich der Steine, anders in den Pflanzen, wieder anders in den Thieren; aber so verschiedenartig die Formen sind, die Einheit des Grundplans, die Idee einer mathematischen Bildung läßt sich nicht verkennen.

Aber frohlocken wir nicht zu früh! Noch sind manche kleine Bedenken zu beseitigen, — Ihnen selbst sind deren gewiß im Verlaufe unserer Betrachtung einige aufgestiegen. Bei der Hindeutung auf den mathematischen Grundplan der thierischen Bildung ist Ihnen ohne Zweifel eingefallen, daß selbst in unserem eigenen Körper nicht alle Organe symmetrisch gebildet sind, und bei der Ableitung der Gesetze der Blattstellung hatten Sie sicher die Frage auf der Zunge, ob denn diese Gesetze für alle Gewächse ohne Ausnahme gelten.

In der That läßt sich diese letzte Frage mit Bestimmtheit verneinen. Schon Braun, der die oben entwickelte Reihe

$$\tfrac{1}{2},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{2}{5},\ \tfrac{3}{8},\ \tfrac{5}{13},\ \tfrac{8}{21},\ \tfrac{13}{34}\ \text{rc.}$$

zuerst als die vorherrschende bei den Pflanzen entdeckte, machte auf manche Abweichungen aufmerksam, die freilich selbst wieder bestimmten Gesetzen unterworfen sind. Er fand z. B. bei einigen Pisanggewächsen die Zahl $\frac{3}{7}$, bei einigen Lebermoosen $\frac{4}{11}$, bei einer Art Wolfsmilch $\frac{7}{18}$, und beobachtete selbst Beispiele für die Zahlen $\frac{11}{29}$ und $\frac{47}{123}$. Er sah sich hierdurch veranlaßt, eine zweite Reihe als freilich viel seltener ausgeführt, aufzustellen, nämlich

$$\tfrac{1}{4},\ \tfrac{3}{7},\ \tfrac{4}{11},\ \tfrac{7}{18},\ \tfrac{11}{29},\ \tfrac{18}{47},\ \tfrac{29}{76},\ \tfrac{47}{123}\ \text{rc.}$$

In dieser Reihe entsteht ebenfalls jedes Glied auf dieselbe Weise aus den beiden vorhergehenden, wie in der ersten, — ja sie läßt sich sogar aus dieser ableiten, wenn man in derselben nicht die beiden

auf einander folgenden, sondern zwei abwechselnde Glieder, also das erste und dritte, das zweite und vierte, das dritte und fünfte u. s. w. zusammenlegt. Was aber noch viel wichtiger zu sein scheint: nicht einmal an derselben Pflanze behält dieselbe Zahl ihre Geltung. An Stellen des Stengels, wo die Blätter dichter gedrängt stehen, zeigt sich oft ein Ueberspringen in höhere Zahlen, wobei indessen immer wenigstens jene Reihe selbst festgehalten zu werden scheint. Naumann beobachtete bei einigen Kugelcactus einen Uebergang aus $\frac{3}{8}$ in $\frac{5}{13}$ und ein anderes Mal aus $\frac{5}{13}$ in $\frac{8}{21}$, und schon Braun machte bei der Stellung der Schuppen auf den Tannzapfen au ähnliche Uebergänge aus einer Stellung in die andere aufmerksam.

Nehmen Sie hierzu noch alle die Umstände, die von Außen her störend auf die regelmäßige Ausführung jener Gesetze einwirken, so haben Sie den Grund, weshalb trotz jener mathematischen Grundidee doch die Bäume äußerlich eine so unmathematische Form zeigen. Die Knospen, als aus den Achseln der Blätter entspringend, sollten ja wie diese jenen Gesetzen folgen, aber die eine schlägt durch innere Entwickelungsverhältnisse fehl, eine andere wird durch äußere Einflüsse getödtet, und so tritt in der Stellung der Zweige die größte Unregelmäßigkeit hervor, während wir gerade in ihr einen getreuen Abdruck jener Gesetze erwarten sollten. Die Palmen, deren Stamm sich meist nicht verzweigt, erscheinen uns daher als die regelmäßigsten Bäume. Aehnliche Umstände unterdrücken oft die Zahl und Stellung der Blüthentheile. Durch den Druck, den die zarte Blüthenknospe einerseits vom Stengel, andererseits vom Deckblatt erfährt, wird hier und da ein Staubgefäß, ein Fruchtblatt in seiner Entwickelung verhindert, und die Zahl der letzteren stimmt nun nicht mehr überein mit derjenigen des Blattwirbels.

Viele Beispiele von solchen Störungen der ursprünglichen Verhältnisse sind durch Kunth und andere, das Verständniß der Form erstrebende Botaniker ermittelt worden: aber liegt nicht gerade darin, daß es äußerer Einflüsse bedurfte, um solche Störungen herbeizuführen, der Beweis für die ursprüngliche Gültigkeit jener Ge-

setze? Viel ist in neueren Zeiten an dieser Gesetzmäßigkeit gerüttelt worden, ja Einige wollen diese ganze Lehre für eine geistreiche Spielerei erklären, aber schon der Umstand, daß der Mark- und Holzkörper von jungen Zweigen der Eiche die fünftheilige Anordnung ausgeprägt zeigt, die wir in dem Blättercyklus dieser Pflanze erkennen, zwingt uns viel eher, auf eine sehr durchgreifende Geltung jener Gesetze zu schließen, als einige scheinbare, durch äußere Umstände herbeigeführte Störungen uns zu einem gänzlichen Aufgeben derselben berechtigen.

Auch bei den Thieren finden solche Abweichungen vom mathematischen Grundplan statt, auch bei ihnen läßt sich meist noch der Grund nachweisen, der hier oder dort störend einwirkte. So liegt unser Herz etwas mehr nach links gewandt, die Leber mehr rechts, während beide, dem Gesetze der Symmetrie zufolge, genau in der Mittellinie ihren Platz haben sollten. Aber legen Sie die Hand auf's Herz, und sogleich fühlen Sie den Grund dieser Abweichung: das Herz muß pulsiren, muß schlagen, — der nöthige Raum zur ungestörten Bewegung konnte nur dadurch gewonnen werden, daß die Leber mehr nach rechts, das Herz selbst mehr nach links rückte. — So zeigen die meisten Eingeweide des Menschen eine unsymmetrische Anordnung, das Gleiche wiederholt, ja verstärkt sich hier und da bei den Thieren. Die Vögel besitzen nur an der linken Seite einen Eierstock und einen Eileiter, die Schlangen nur eine Lunge, — aber auch dies ist in Wahrheit keine eigentliche Ausnahme, sondern nur eine Abweichung in der Ausführung des ursprünglichen Bildungsgesetzes. Im ersten Stadium der Entwickelung zeigt wirklich der Vogelkörper die Anlage zu einer paarigen, also symmetrischen Bildung eines doppelten Eierstocks, aber nur derjenige der linken Seite bildet sich später vollkommen aus. Das Gleiche gilt von den Lungen der Schlangen, bei denen mithin ebenfalls zuerst der ursprüngliche Bildungsplan in voller Kraft und ganz unverhüllt hervortritt, um später erst durch eigene Entwickelungsverhältnisse modificirt zu werden.

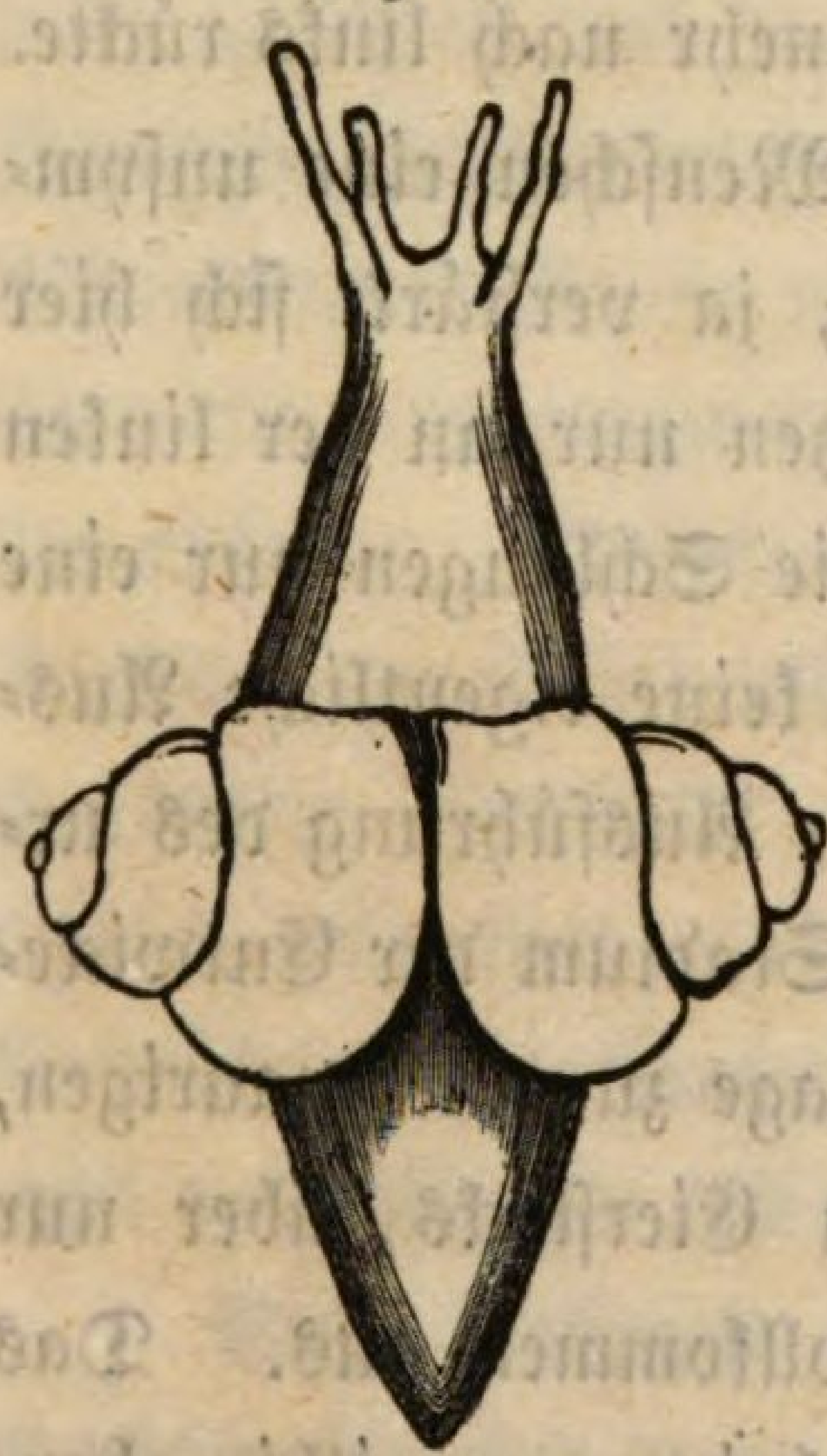
Bei den einschaligen Weichthieren, den Schnecken, tritt diese unsymmetrische Bildungsweise sogar äußerlich sichtbar hervor. Die

Fig. 11.



aus dem Gehäuse hervorragenden Theile, der muskulöse Fuß und die paarweise geordneten Fühler lassen sich zwar durch eine hindurchgelegte Ebene in zwei entsprechende Hälften theilen, und die Schale selbst zeigt in ihren Windungen eine so strenge Gesetzmäßigkeit, daß es in der That gelungen ist, auch hier das Walten mathematischer Gesetze nachzuweisen, — aber denken Sie sich dies Gehäuse von oben nach unten durchschnitten, und Sie überzeugen sich leicht, daß eine symmetrische Theilung in zwei einander vollkommen entsprechende Hälften unmöglich ist. Auch haben Sie oft an unseren Gartenschnecken gesehen, daß sie ihr Haus nicht in symmetrischer Weise auf der Mitte des Rückens trägt, — dasselbe hängt immer nach einer Seite etwas über. Die Theile des Körpers, die in der Schale verborgen sind, folgen in ihrer Lage

Fig. 12.



den Windungen derselben, und sind daher ebenfalls unsymmetrisch geordnet. Jede Abweichung vom Gesetze der Symmetrie schwindet aber sogleich, sobald man mit dem geistreichen Steenstrup annimmt, daß auch für die Schnecken, wie für die Austern und Flußmuscheln ursprünglich der Plan einer doppelten Schalenbildung gelte, und daß nur durch eigenthümliche Entwickelungsverhältnisse die eine Schale sammt den in ihr enthaltenen Organen verkümmert sei. Als Rudiment dieser zweiten Schale hätten wir

Fig. 11. Eine Gartenschnecke (Helix hortensis M.).

Fig. 12. Schematische Darstellung einer Schnecke mit doppelter Schalenbildung.

alsdann den kalkigen Deckel zu betrachten, mit welchem viele dieser Mollusken ihr Gehäuse verschließen können, nachdem sie sich in dasselbe zurückgezogen. Diese Ansicht stützt sich in der That auf die Anwesenheit einiger im Gehäuse verborgener Organe, deren Deutung bisher nicht gelingen wollte, und in denen man vielleicht nichts als die Rudimente von Organen zu suchen hat, die in der vorhandenen Schale vollkommen ausgebildet sind, und die, mit den entsprechenden der anderen Seite zusammen, den Ausdruck einer vollkommen symmetrischen Bildung geben würden. Die Bildung der zweischaligen Sphaeruliten und Isokardien, bei denen sich auf beiden Schalen eine Andeutung von Windungen findet, sind eine Annäherung an jenes Schema. Uebrigens sind auch unter den zweischaligen Weichthieren nur wenige vollkommen symmetrisch. So haben Sie bemerkt, daß die Auster eine flache und eine mehr gewölbte Schale besitzt; vielleicht rührt diese Bildung daher, daß das Thier im Leben auf der Seite, nämlich auf einer der beiden Schalen liegt. Mit der flachen Schale ist die Auster am Felsen befestigt, die gewölbte ist nach oben gewandt und kann gegen jene gedreht, auf- und zugeklappt werden.

Fig. 13.

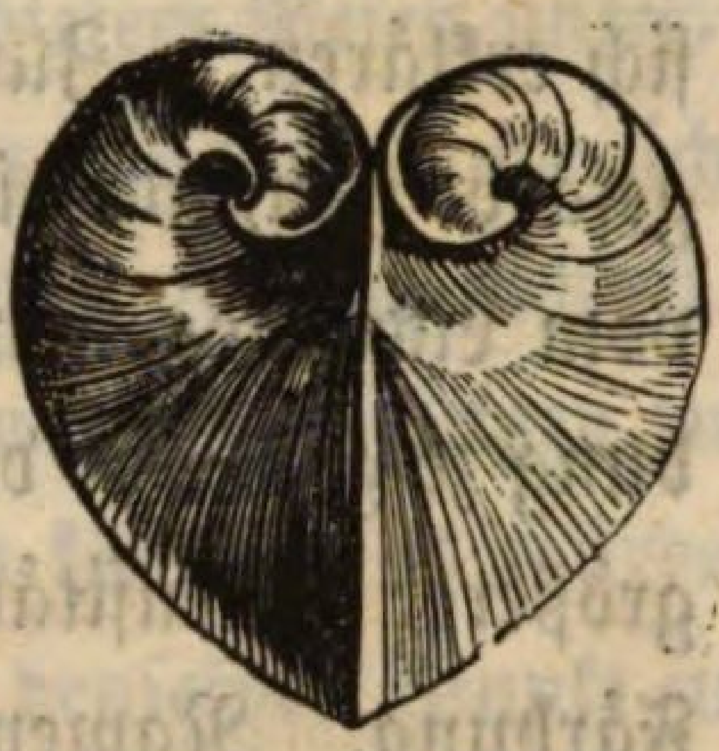


Fig. 14.



Hätten wir diesem symmetrischen Grundplan der Weichthiere vielleicht bei einer Austernmahlzeit nachgehangen, so liefern unsere Fischmärkte uns andere Beispiele. Betrachten Sie aus dem Haufen der zappelnden Schuppenthiere eine Scholle, eine Zunge! Wie häßlich ist der an der Seite liegende Mund, die dicht neben einander stehenden Augen! Sie sind geneigt, die weiß gefärbte Seite des Thie-

Fig. 13. Ein Isokardium (Isocardium cor).

Fig. 14. Eine Zunge aus der Nordsee (Solea vulgaris C.).

res für den Bauch, die dunkel gefärbte für den Rücken zu halten, und glauben Ihre Ansicht durch die Beobachtung bewiesen zu sehen, daß eine lebende Scholle beim Schwimmen die dunkle Seite nach oben, die helle nach unten kehrt. Unsere Hausfrauen wissen das besser: bei *a*, an der scharfen Kante, liegen die Eingeweide, hier ist der Bauch, die entgegengesetzte, mit langer Flosse besetzte Kante (*b*) ist der Rücken, und die beiden verschieden gefärbten Flächen sind nicht Rücken und Bauch, sondern die rechte und linke Seite. Diese Plattfische schwimmen also auf der Seite. — Jetzt werden Sie gleich jene ganze Bildung, jene scheinbare Verschiebung des Kopfes sich erklären. Zunächst muß die nach oben gerichtete Fläche dunkler gefärbt sein, als die untere, — Sie erinnern sich, daß fast immer die vom Licht abgewandten Theile des Thierkörpers eine mattere Färbung zeigen, als die obern, denn das Licht selbst bewirkt an den mit größerer Intensität von ihm getroffenen Stellen auch eine intensivere Färbung. Namentlich aber mußte diese Wirkung des Lichtes in der Lage der Augen, dieser für die Lichtstrahlen selbst berechneten Organe, sich geltend machen. Trifft das Licht von der Seite her den Körper, so wird das eine Auge eine andere Einwirkung erfahren, als das andere. Die Scholle zumal würde, bei einer Vertheilung der Augen auf beide Seiten, das eine Auge nach dem Grunde, das andere nach oben richten müssen: eine gleichzeitige Richtung beider Augen auf eine etwa von oben her drohende Gefahr wäre bei dieser Stellung derselben ganz unmöglich gewesen. Diese abweichende Lage des Körpers beim Schwimmen ist also der Grund, weshalb die Augen nicht rechts und links vertheilt bleiben, sondern nach einer Körperhälfte, nämlich nach oben sich hinziehen mußten. Nur eine Folge hiervon ist es, daß auch die das Auge umgebenden Gesichtsknochen jene veränderte Lage der Augen wiederholen, und daß nun auch die übrigen Theile des Kopfes eine verschobene, unsymmetrische Anordnung zeigen.

Bei der Scholle erscheint uns diese Bildung häßlich, — wie kommt es, daß uns die unsymmetrische Richtung unserer eigenen

Augen gar nicht auffällt? Betrachten Sie einen Schielenden und zwar den seltneren Fall eines mit beiden Augen nach außen Schielenden, — die abweichende Richtung beider Augen macht den Blick so unstät, sie erscheint uns so häßlich, daß wir selbst auf die Gefahr eines Mißlingens dringend zu jener Operation rathen, die durch Zerschneiden einiger Muskelfasern das Uebel zu heben verspricht. Und doch ist jenes Schielen mehr dem Gesetze der Symmetrie gemäß, als die parallele Stellung der Augenachsen im normalen Zustande. Denn die Augen machen eine Ausnahme von jener Beobachtung, daß die Organe beider Körperhälften sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen; wären auch sie diesem Gesetz unterworfen, so würden wir alle schielen, — wenn das eine Auge sich nach rechts wendete, so würde das andere nach links sich richten. Wir hätten dann allerdings das Vergnügen, symmetrische Augen zu besitzen, wir würden aber mit ihnen nicht sehen können; es würde fast unmöglich sein, beide Augen gleichzeitig auf denselben Punkt zu heften, und doch ist eine Fixirung des beobachteten Gegenstandes mit beiden Augen schon aus dem Grunde nothwendig, weil der Eindruck des einen Auges, wie unsere Stereoskope gezeigt haben, denjenigen des andern ergänzt. So zeigt sich allerdings, daß die unsymmetrische, gleichzeitige Richtung beider Augen auf denselben Punkt nothwendig ist; weshalb sie uns aber nicht häßlich erscheint, während doch die unsymmetrische Mundbildung eines Gelähmten uns höchst unangenehm berührt, ja, weshalb gerade die mehr symmetrische Bildung eines Schielenden uns so sehr abstößt, — das können wir uns nicht erklären. Es scheint fast, als ob die Grundbedingungen einer ästhetischen Formbildung weniger nach bestimmten Regeln, als nach dem positiv Vorhandenen, Gewohnten sich richten.

Minder erklärlich erscheint uns noch eine Abweichung vom Gesetz der Symmetrie, die wir bei einem walfischartigen Säugethiere, dem Narwal finden, eine Abweichung, der ohne Zweifel die Fabel vom Einhorn der Meere ihre Entstehung verdankt. Das

Männchen des Narwals nämlich, eines Delphins der nordischen Meere, trägt an der linken Seite des Oberkiefers einen starken, nach vorn gerichteten, etwa 8 Fuß langen Stoßzahn. Vielleicht dient ihm dieser zum Durchbrechen des Eises behufs des Athmens, wahrscheinlicher ist wohl, daß der Narwal diese Waffe zu blutigen Kämpfen mit Seinesgleichen benutzt, denn auch das Weibchen muß, um Luft zu schöpfen, an die Oberfläche kommen, hat aber keinen ausgebildeten Stoßzahn. In den Kieferhöhlen verborgen tragen indessen auch die Weibchen ganz kleine Stoßzähne, die aber, wie bei ganz jungen Männchen, paarig, nämlich jederseits einer, vorhanden sind. Bei letzteren wächst später nur derjenige der linken Seite aus, der andere bleibt im Knochen verborgen. Bis hieher zeigt diese Abweichung von dem Gesetz der paarigen Entwickelung nichts Unerklärliches: die einseitige Ausbildung des Stoßzahns beruht auf einer Hemmungsbildung, einem Zurückbleiben des Zahns der anderen Seite. Wie aber erklären wir die Thatsache, daß, wenn einmal ein Narwal mit zwei ausgebildeten Stoßzähnen gefangen wird, dann beide unsymmetrisch, nämlich nach derselben Seite gewunden erscheinen? (Vergleiche *b* und *b* Fig. 16). Diese Bildung widersteht so hartnäckig jeder Erklärung, daß von Rapp, der berühmte Anatom Tübingens, einen Schädel des hamburgischen Museums, der dieselbe zeigt, für künstlich verfälscht hielt und annahm, daß einer der Zähne nicht ächt, sondern später eingesetzt sei. In der

Fig. 15.

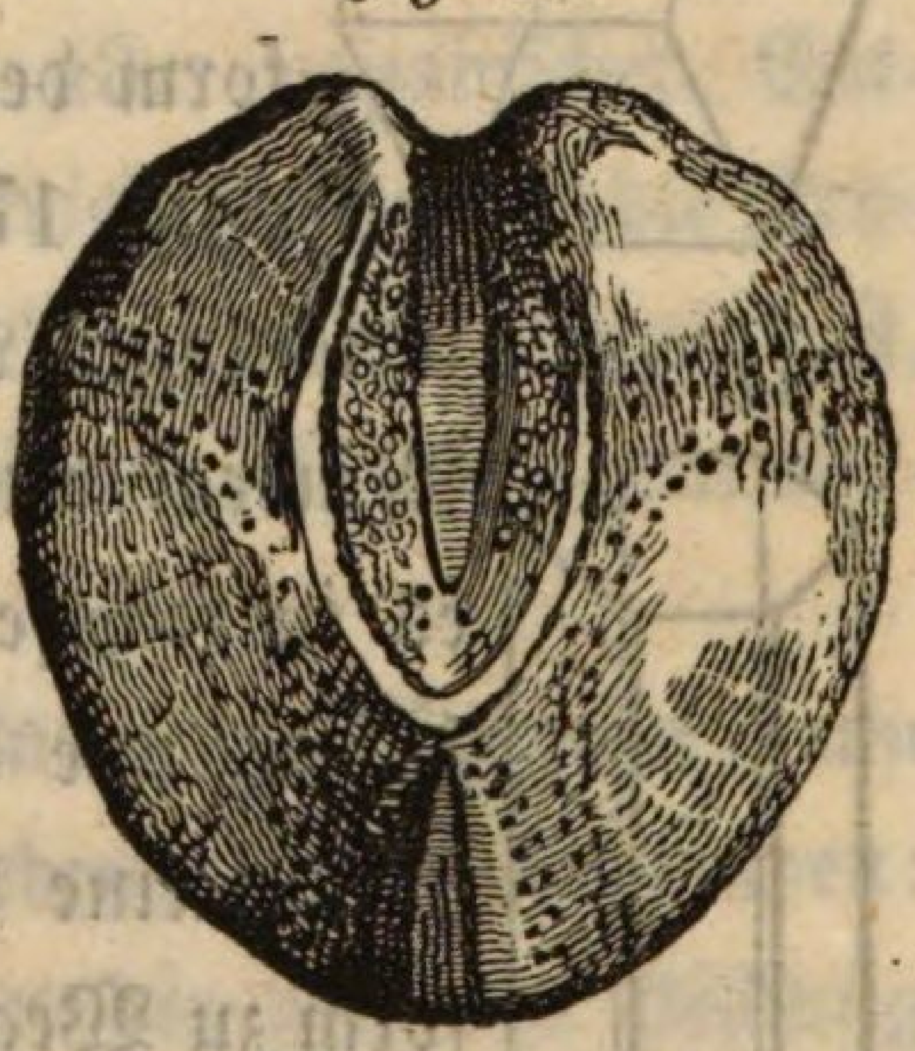


Fig. 15. Schädel eines Narwal (Monodon monoceros L.) mit zwei Stoßzähnen, nach einem Schädel des hamburgischen naturhistorischen Museums. Von den Zähnen ist nur ¼ der Länge abgebildet. Dieser Schädel stammt aus der früheren Röding'schen Sammlung. (Stark verkleinert.)

Copenhagener Sammlung indessen sind andere, ganz dieselbe Bildung wiederholende Narwalschädel, und Eschricht, der gelehrte Vorsteher jener Sammlung, hatte Gelegenheit, bei einem nicht als Skelett, sondern ganz frisch in Copenhagen angelangten Narwal diese gleiche, also unsymmetrische Windung beider Stoßzähne zu constatiren. Wir können hieraus um so sicherer auf die Aechtheit des hamburgischen Präparates schließen, als die genaueste Untersuchung des letzteren nichts in der Bildung der Zahnhöhlen nachweist, wodurch jene Annahme einer künstlichen Späterbildung gerechtfertigt würde. Es scheint, als ob die Natur sich den Narwalschädel durchaus zu einer unsymmetrischen Bildung erkoren habe: sobald jene ungesetzmäßige, einseitige Zahnbildung durch Herstellung beider Stoßzähne wieder aufgehoben wird, stellt sich in der Windung der letzteren sogleich eine andere Abweichung heraus; ja auch einige andere Knochen des Kopfes (*a*, *a*, Fig. 15) zeigen, wie fast bei allen Delphinen, eine eigenthümliche Verschiebung.

Selbst die so regelmäßigen Formen der Strahlthiere erleiden Abweichungen von dem ihrem Körper zu Grunde liegenden Gesetze, nur pflegen diese in der Art aufzutreten, daß ein Hinüberneigen an den Typus der symmetrischen Thiere erfolgt. Unter den Quallen lassen die Seeblasen (Physalia) und Doppelquallen (Diphyes), unter den Stachelhäutern die Schildsterne (Clupeaster), Spatangen und Skutellen immer noch den strahligen Typus erkennen, zeigen aber schon eine deutliche Scheidung in Rechts und Links durch das Hervortreten des Gegensatzes von Vorn und Hinten.

Fig. 16.



Ueberhaupt scheint also, wie für die Pflanzen, so für die Thiere

Fig. 16. Ein Spatangus (Spatangus arcuarius Desl.), als Beispiel der Verbindung des strahligen Typus mit dem symmetrischen.

charakteristisch zu sein, daß durch äußere störende Umstände und innere Entwickelungsverhältnisse eine Abweichung von jenem mathematischen Grundplan möglich ist: sie sind nicht durchaus an die genaue Nachbildung desselben gebunden, sondern können äußeren Umständen sich anbequemen. Eben darin aber, daß eine freiere Entwickelung ihnen möglich ist, liegt die Hauptursache ihrer unmathematischen Gestaltung.

Bei den Mineralien ist von einem solchen Anbequemen an äußere Umstände nicht die Rede! Auch ihr Entstehen und ihr Wachsthum hängt freilich von äußeren Bedingungen ab. Damit aus einer Mutterlauge Krystalle anschießen, ist ein gewisser Grad von Abkühlung, eine bestimmte Sättigung der Flüssigkeit nöthig. Sind diese Bedingungen nicht vorhanden, so unterbleibt die Krystallbildung völlig, — eine unvollkommene Ausbildung, ein Anbequemen an minder günstige Umstände findet sich nie, sondern wenn der Krystall überhaupt sich bildet, so bildet er sich in einer Form, die augenblicklich den mathematischen Grundplan erkennen läßt. Allerdings können äußere Umstände eine Aenderung in dieser Form hervorrufen: die Grundform des Kalkspathes ist das stumpfe Rhomboëder (Fig. 17), besondere Ursachen indessen können Abweichungen von derselben bewirken, denn wenn dasselbe Mineral aus heißen Lösungen anschießt, so krystallisirt es in sechsseitigen Prismen (Fig. 18). Auch hier also haben, wie bei den Thieren und Pflanzen, äußere Umstände eine Abweichung von der mathematischen Grundform zu Wege gebracht, aber: diese Abweichung selbst ist wieder eine streng mathematische Gestalt.

Fig. 17.

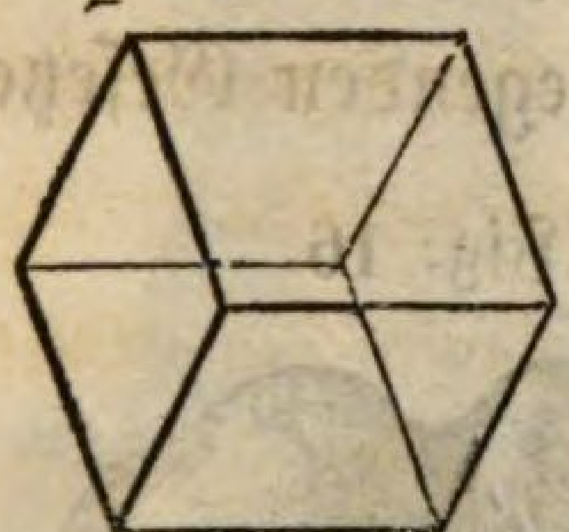


Fig. 18.



Dies ist in der That, wenn man bei der äußeren Form stehen bleibt, der wesentlichste und Fundamentalunterschied der

---

Fig. 17. Ein Rhomboeder.
Fig. 18. Ein sechsseitiges Prisma.

organischen und unorganischen Gebilde. Das Princip der Gestaltung beider Naturreiche ist dasselbe, es ist das Princip einer mathematischen Bildung, ihr Gegensatz liegt in der Verwirklichung dieses Planes. Bei den Gesteinen ist diese in allen Fällen eine streng mathematische, bei den Thieren und Pflanzen können äußere Umstände und eigene Entwickelungsverhältnisse eben diese mathematische Realisation des Grundplans stören, und eine scheinbar ungesetzliche Form hervorrufen. Im Plane ist Einheit, der Gegensatz liegt in seiner Ausführung.

Aber wie kommt es, so fragen wir weiter, daß das Gestein sich in allen Fällen jenem Grundplane fügen muß, und welches ist die Ursache, die den organischen Wesen eine freiere Entwickelung verstattet und ihnen die Möglichkeit giebt, sich äußeren Umständen anzubequemen?

Die Wissenschaft giebt uns keine Antwort auf diese Frage! Denn wenn wir die Antwort hören: es ist eine geheimnißvolle Kraft, die Krystallisationskraft, welche die Theilchen des anschießenden Krystalls zwingt, sich in allen Fällen zu einer mathematischen Gestalt zusammenzufügen; wenn man uns eine andere Kraft, die Lebenskraft nennt, als die Grundursache aller organischen Entwickelung, so fragen wir natürlich sogleich wieder: was ist die Krystallisationskraft? was ist die Lebenskraft? und es scheint fast, als hätten wir in jenen Kräften keine Erklärung, sondern nur Namen, die selbst der Erklärung bedürfen.

Aber wir haben noch nicht alles Material beisammen, um über die Grundursachen so großer Verschiedenheiten zu entscheiden: ein aufmerksamer Blick in die Thätigkeit, der die physische Bildung der Naturkörper dient, wird uns vielleicht eine tiefere Einsicht in ihr eigentliches Wesen verschaffen.

III.

Das Wesen der Organismen und die Lebenskraft.

1.

Ohne Zweifel haben Sie von jener Zeit gelesen, in der unser Erdball eine ganz andere Generation von Naturformen trug, als jetzt. Riesenhafte Farren, Schachtelhalme und Zapfenbäume bedeckten in undurchdringlichen Wäldern den Boden, wunderbare Formen fischähnlicher Eidechsen durchfurchten die Gewässer, während später das feste Land die merkwürdigen Gestalten der Mammuths, der Dinotherien und Glyptodonten trug. Jene Formen sind im Laufe der Zeiten ausgestorben, eine Generation nach der andern ward durch gewaltige, wenn auch sehr allmähliche Erdumwälzungen begraben, und nur wenige Gestalten der früheren Jahrtausende haben in unsere Zeit hinein sich gerettet, — wir können nicht sagen, ob nicht dieser schon öfter eingetretene Wechsel der Formen auch in Zukunft noch eben so oft sich wiederholen wird.

Ob wir überhaupt eine Zerstörung des organischen Lebens auf unserer Erde zu befürchten haben? Sehr wenig Grund ist zu solcher Besorgniß, denn mehr und mehr haben sich die Ursachen jener früheren Erdumwälzungen verringert. Unser Erdball, früher aller Wahrscheinlichkeit nach eine glühende, flüssige Masse, erhielt sehr langsam durch allmähliche Erkaltung eine feste Rinde; mehr als 90 Billionen Jahre hat es gewährt, ehe diese Rinde erstarrte, ehe sie ihre jetzige, freilich noch sehr geringe Dicke erreichte. Aber untrüg-

liche Zeugnisse sprechen dafür, daß diese Erstarrung schon lange ihr Ende erreicht hat, und fast mit Bestimmtheit läßt sich aus der in Jahrtausenden nicht veränderten Umdrehungszeit der Erde beweisen, daß die bisherige Abkühlung sich nicht mehr fortsetzt, und daß im Gegentheil die von dem warmen Erdkern ausgestrahlte Wärme vollständig wieder ersetzt wird durch die Wärme der Sonne.

Die Besorgniß also vor einer Wiederholung jener zerstörenden Katastrophen findet wenigstens in den letzten Jahrtausenden der Geschichte unseres Erdballs ihre Bestätigung nicht, und die Furcht, daß der Erdball mit der Zeit von selbst zerfallen, und daß dadurch auch der organischen Schöpfung ein Ziel gesetzt werde, liegt ziemlich fern. Eine andere Frage ist die, ob nicht die letztere in sich selbst den Keim ihres Unterganges trage, und ob wirklich, wenn äußere Störungen fern bleiben, ihre eigene Lebensfähigkeit stark genug sei, sie fort und fort zu erhalten? Auch hier sind wir vor einem Untergang des Lebens überhaupt nicht besorgt: jener beständige Ersatz der untergegangenen Formen durch neue Gestalten, der nach jeder Katastrophe sich wiederholte, und immer an die Stelle der begrabenen Schöpfung ein neues Thierreich, eine andere Pflanzenwelt ins Leben rief, entkräftet hinlänglich eine solche Besorgniß. Aber das beruhigt uns wenig: in der Jetztwelt leben und wurzeln wir, ob die *jetzigen* Thier- und Pflanzenformen sich erhalten werden durch ihre eigene Lebenskraft, das ist die Frage, deren Lösung wir suchen. Da giebt es denn freilich kein anderes Mittel, als diese Thiere und Pflanzen selbst genauer zu betrachten; die Weise, wie sie einzeln sich behaupten, müssen wir ergründen, um zu sehen, ob in ihr eine Bürgschaft für die Zukunft des Ganzen liegt.

Die Erhaltung physischer Gebilde läßt sich aber auf zweifache Weise erreichen. Wir haben eine kostbare Maschine, ein nach allen Regeln der Mechanik künstlich aufgebautes Räderwerk, wir wünschen es neu zu erhalten: vorsichtig stellen wir es hinter schützende Vorhänge, sorgfältig halten wir Staub und Feuchtigkeit entfernt, und können so nach Jahren noch an dem neuen, unversehrten Kunstwerk

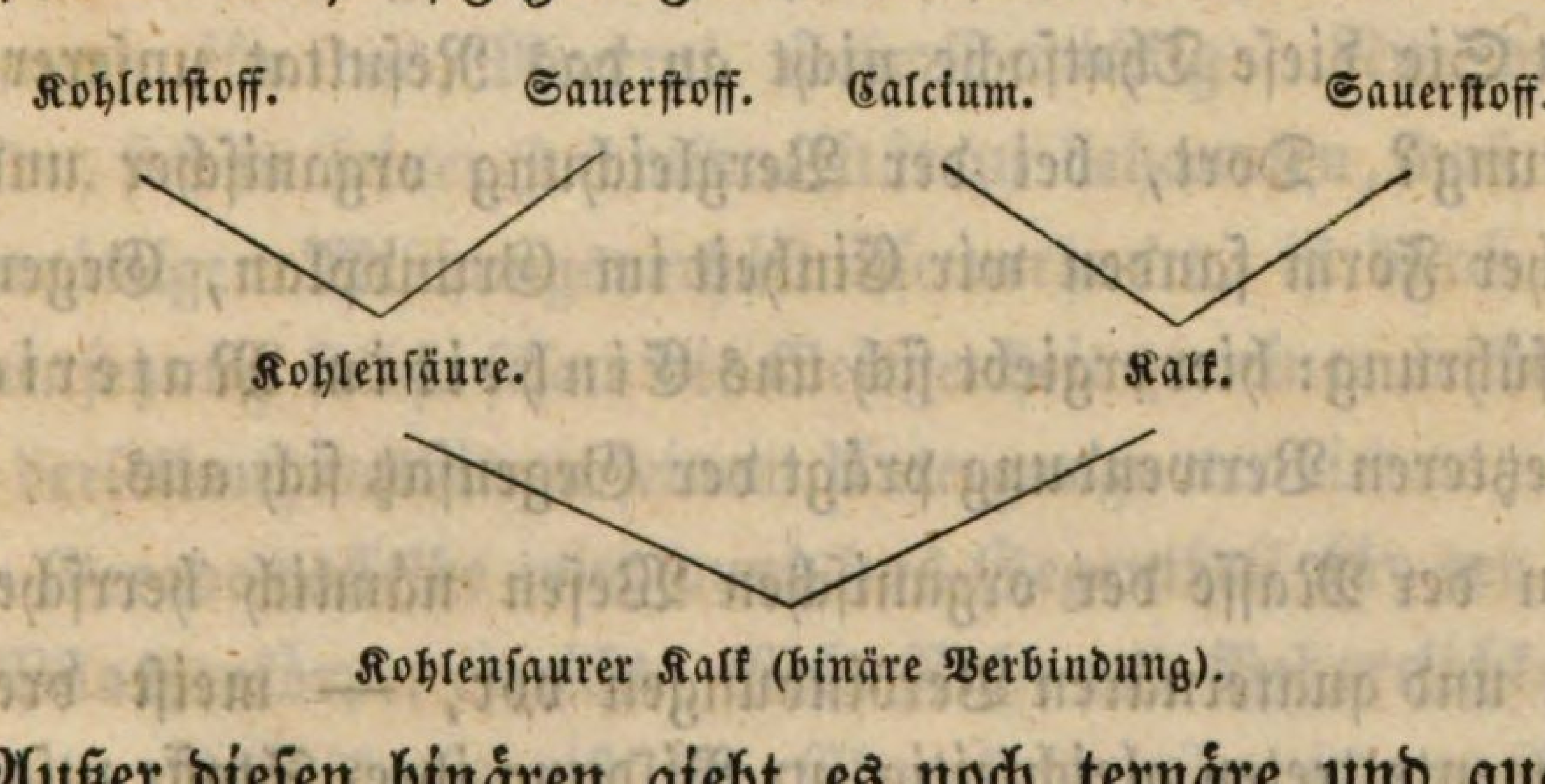
uns freuen. Aber freilich ist das die Freude des Geizigen am Gelde in seiner Kiste, die Freude am todten Besitz! Viel besser doch, wir setzen jene Maschine in Thätigkeit, wir lassen sie arbeiten und treiben, und benutzen ihre gute Construction zu praktischen Zwecken. Auch so noch können wir sie neu erhalten, — seien wir nur immer auf sofortige Reparatur bedacht! Die sich ausschleifenden Zapfen werden durch andere ersetzt, an die Stelle der abgeriebenen Achsen fügen wir neue, und durch beständigen Ersatz der verbrauchten Bestandtheile erhalten wir unser Kunstwerk stets neu, stets tüchtig zu praktischem Gebrauche.

So erhalten sich auch die Naturkörper auf zwei verschiedene Weisen: durch Neubleiben die einen, durch Neubildung die anderen.

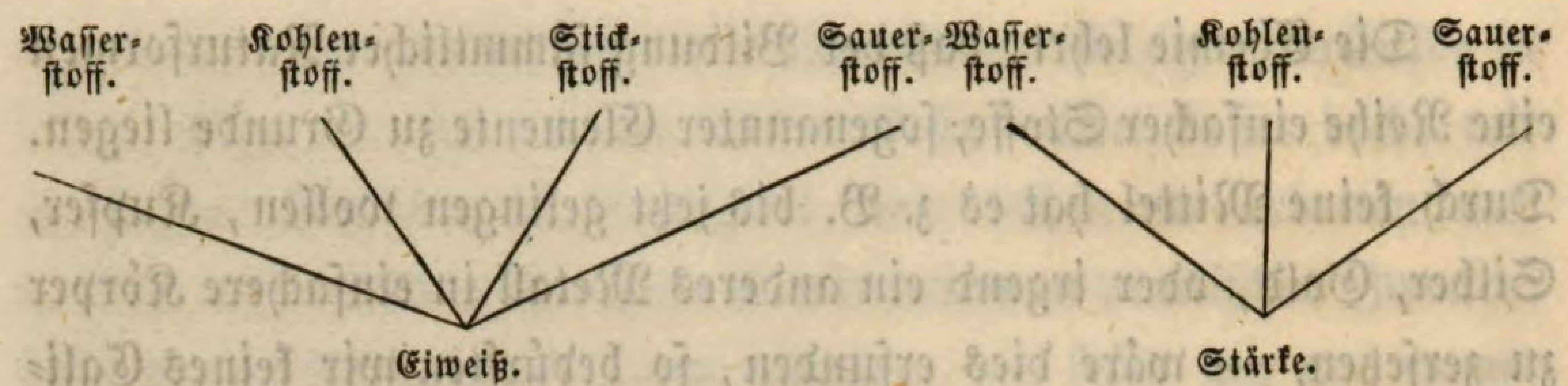
In starrer Ruhe liegen die Gesteine im Schooße der Erde, beständiges Verharren in demselben Verhältnisse der Mischung, in derselben mechanischen Zusammensetzung ist ihr Charakter, — Wechsel ist ihnen fremd, ist ihnen feindlich. Wir werfen jenen Kalkspathkrystall, der schon in dem vorigen Vortrage uns beschäftigte, in ein Gefäß mit Schwefelsäure: die Flüssigkeit braust auf, nach einiger Zeit ist der Krystall zerstört, und ein pulverartiger Körper bedeckt den Boden des Gefäßes. Jenes Aufbrausen bezeichnet das Entweichen eines gasartigen Körpers, der Kohlensäure, die Sie aus Mineralwassern und moussirenden Weinen oft haben entweichen gesehen; sie war in dem Kalkspath enthalten, verbunden mit einem mineralischen Grundkörper, dem Kalke. Jetzt hat die stärkere Säure mit Gewalt sie vertrieben aus ihrem Platze, um selbst sich an ihre Stelle zu setzen, — ein neuer Körper, Gyps (schwefelsaurer Kalk), hat sich gebildet statt des Kalkspathes. — Ein Wechsel der Stoffe also zerstört das Mineral, eine Veränderung seiner Bestandtheile muß vermieden werden, so lange es seine Individualität behaupten soll. Wirklich ist auch das Mineral durch seine eigenthümliche chemische Zusammensetzung vor solchen Veränderungen ziemlich geschützt.

Die Chemie lehrt, daß der Bildung sämmtlicher Naturformen eine Reihe einfacher Stoffe, sogenannter Elemente zu Grunde liegen. Durch keine Mittel hat es z. B. bis jetzt gelingen wollen, Kupfer, Silber, Gold, oder irgend ein anderes Metall in einfachere Körper zu zersetzen, — wäre dies erfunden, so bedürften wir keines Californien mehr, denn ohne Zweifel wäre es dann nicht unmöglich, jene Metalle aus ihren Elementen wieder zu bilden. Andere Körper, der Zahl nach die meisten, lassen sich wirklich zerlegen, und die Chemie lehrt uns z. B., daß die Kohlensäure, jenes aus dem Kalkspathe erst entwickelte Gas, aus zwei Stoffen, Kohle und Sauerstoff bestehe. Ja, wir können Kohlensäure selbst aus ihren Elementen bilden: wir brauchen nur glühende Kohle in ein Gefäß mit Sauerstoff zu bringen, und unter heller Lichterscheinung geht das Verbrennen, d. h. die Verbindung mit dem Sauerstoff vor sich. Nach dem Versuch ist die Kohle verschwunden, und das Gefäß enthält nicht Sauerstoff mehr, sondern Kohlensäure.

Die Kohlensäure ist eine binäre Verbindung, d. h. zu ihrer Bildung treten zwei Grundstoffe zusammen; sie kann sich wieder mit einer anderen binären Verbindung z. B. mit Kalk (Calcium und Sauerstoff) vereinigen, und wir erhalten so eine binäre Verbindung der zweiten Ordnung, den kohlensauren Kalk, der als Kalkspath, Kreide, Marmor häufig genug in der Natur vorkommt.



Außer diesen binären giebt es noch ternäre und quaternäre Verbindungen, zu deren Bildung nicht je zwei und zwei, sondern gleichzeitig drei oder vier Grundstoffe zusammentreten. So das Eiweiß, der Zucker, das Stärkemehl u. a.



(Quaternäre und ternäre Verbindungen).

Kehren wir jetzt zu den Mineralien zurück, und vergleichen ihre Zusammensetzung mit derjenigen der Thiere und Pflanzen. Wir sind geneigt, auf eine gänzliche Verschiedenheit ihrer Grundstoffe zu schließen, aber mit Unrecht. Die Elemente, in welche die Chemie die organischen Stoffe zerlegt hat, sind durchaus nur solche, die sich auch in anorganischen Gebilden finden, und von den vier Grundstoffen, — dem Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, — die in der Masse des Thier- und Pflanzenkörpers vorwalten, findet sich jeder auch im Mineralreich: der Kohlenstoff im Diamant, der Stickstoff im Salpeter, der Wasserstoff im Krystallwasser vieler Gesteine, und der Sauerstoff endlich in so vielen Mineralien, daß er allein mehr als ein Drittheil vom Gewichte unseres Planeten ausmacht. Ja, außer diesen vier treten in den organischen Körper noch viele andere Grundstoffe ein, die wir gewöhnlich als der leblosen Welt allein angehörig zu betrachten pflegen: Das menschliche Blut enthält Eisen, das Gehirn Phosphor, die Knochen Kalk u. s. w. — Erinnert Sie diese Thatsache nicht an das Resultat unserer letzten Betrachtung? Dort, bei der Vergleichung organischer und nicht organischer Form fanden wir Einheit im Grundplan, Gegensatz in der Ausführung: hier ergiebt sich uns Einheit im Material, — in des letzteren Verwendung prägt der Gegensatz sich aus.

In der Masse der organischen Wesen nämlich herrschen jene ternären und quaternären Verbindungen vor, — meist drei oder vier Elemente treten gleichzeitig zur Bildung ihrer Stoffe zusammen. Die Mineralien dagegen, das lehrt die Chemie, bestehen ausschließlich aus binären Verbindungen.

Nicht zufällig ist diese Zusammensetzung des Minerals, sie be-

dingt im Gegentheil gerade seinen eigentlichen Charakter. Bei weitem fester sind nämlich die binären Verbindungen der Gesteine, und vermögen viel länger der Gewalt äußerer Einflüsse, der Feuchtigkeit, der Wärme u. A. zu trotzen, als die ternären und quaternären Verbindungen organischer Stoffe. Letztere gehen schon durch Einwirkung von Wärme, Luft und Feuchtigkeit in Zersetzung und Fäulniß über, aber Jeder weiß, daß diese Agentien dem unorganischen Naturkörper nur wenig anhaben. Das Wasser z. B., eine binäre Verbindung, vermögen wir durch einfache, mechanische Mittel nicht zu zerlegen; wir können es durch Einfluß von Hitze seine Form, seinen Aggregatszustand verändern lassen, und es in Form von Dampf in die Lüfte jagen: aber aus den Wolken fällt es wieder in flüssiger Gestalt nieder, — es ist eben Wasser geblieben, und von einer Zerstörung seines eigentlichen Wesens war nicht die Rede. Und wie mit dem Wasser, so geht es mit den meisten binären Verbindungen. Unser Kalkspath würde den gewöhnlichen Agentien unserer Atmosphäre, Wärme, Luft, Feuchtigkeit lange widerstanden haben: stärkere Mittel mußten wir anwenden, eine stärkere Säure mußten wir auf ihn einwirken lassen, um die schwächere Kohlensäure auszutreiben, und so das Mineral in seinem Wesen zu zerstören.

So ist also gerade jene Zusammensetzung aus binären Verbindungen für das Mineral äußerst wichtig. Nur dadurch im Stande, sich in seiner Individualität zu behaupten, daß es in dem gegenwärtigen Mischungsverhältnisse verharrt, ist durch seine Zusammensetzung selbst schon die Gelegenheit zu einer leichten Aenderung derselben, mithin zu seinem Untergange vermieden.

Gerade dasselbe wird durch das Gegentheil für den thierischen und Pflanzenkörper erreicht. Nicht Ruhe und Beharrlichkeit sondern Wechsel, Neubildung ist ihr Charakter. In jedem Augenblicke werden an allen Punkten des Organismus Bestandtheile verbraucht und ausgeschieden, in jedem Augenblicke werden die ausgeschiedenen Stoffe durch die Säfteströmung fortgeführt, und entweder in

Organe geleitet, wo sie wieder fähig gemacht werden zur Ernährung des Organismus, oder wirklich an anderen Theilen des Körpers ausgestoßen; ohne Aufhören endlich werden die verbrauchten und fortgeführten Bestandtheile durch neue ersetzt, und indem sich dieser stete Wechsel der Stoffe an allen Punkten des Organismus wiederholt, erneuert sich unablässig das ewig rege Spiel der chemischen Thätigkeiten. Es leuchtet ein, daß diese Ausscheidung, dieser Ersatz verbrauchter Bestandtheile um so leichter erfolgt, je leichter zersetzbar die Substanz ist, in der sie sich befinden: gerade die Zusammensetzung aus ternären und quaternären Verbindungen giebt aber der organischen Masse den Charakter der Wandelbarkeit, und macht den Stoffwechsel, durch ihn aber die Erhaltung der Thiere und Pflanzen möglich.

Der Stoffwechsel nun ist im Grunde ein chemischer Proceß; chemische Kräfte aber wirken nur in sehr kleinen, unmeßbaren Entfernungen. Schwefel und Kupfer z. B., in derben Massen an einander gebracht, vermögen sich nicht mit einander zu verbinden, aber fein gepulvert und durch einander gerieben, vereinigen sie sich unter auffallenden Erscheinungen. Je feiner zertheilt also die Stoffe sind, je näher ihre Theilchen an einander gebracht werden können, um so leichter erfolgt die chemische Vereinigung. Der flüssige Zustand aber ist derjenige, in welchem die einzelnen Theilchen der Materie sich am leichtesten nähern können, in flüssiger Form also müssen die zum Ersatz alter, verbrauchter Bestandtheile im Organismus bestimmten neuen Stoffe den einzelnen Organen zugeführt werden.

So fordert der Stoffwechsel auch noch eine eigene mechanische Zusammensetzung für die organischen Gebilde, eine gleichzeitige Anwesenheit fester und flüssiger Stoffe. Diese Forderung wird erfüllt durch eine den Mineralien ganz fremde Construction. Sie bestehen nämlich nicht, wie die letzteren, durchweg aus einer und derselben Masse, sondern das Mikroskop hat nachgewiesen, daß man bei fortgesetzter Zerkleinerung auf äußerst kleine Elementarbestandtheile, die Zellen trifft, aus denen der Organismus wie ein Mauer-

werk aufgeführt ist. Die Zellen aber sind kleine Bläschen, die in einer häutigen Umhüllung einen flüssigen Inhalt bergen; durch ihre verschiedenartige Aneinanderlagerung und Modification entstehen die einzelnen Organe, natürlich also, daß auch die festeren Theile des Organismus durchzogen sind von leicht beweglichen flüssigen Stoffen. Durch diese Mischung des Festen und Flüssigen allein kann ein Austausch der verbrauchten Bestandtheile gegen neue stattfinden: in flüssiger Form treten die neu aufzunehmenden Stoffe an die Zellenhaut heran, und geben im Inneren der Zelle die Grundmaterie ab, aus der neue Zellen sich bilden.

Wenn wir zu menschlichen Zwecken und mit menschlichen Kräften eine Maschine bauen oder ein Instrument zusammensetzen, so ist es gerade diese charakteristische Veränderlichkeit der Substanz, die wir ängstlich vermeiden. Die allerdauerhaftesten Stoffe wählen wir aus: wir bauen die Räder aus Stahl oder Eisen, wir lassen ihre Achsen wo möglich auf Diamanten laufen, um durch das härteste und beständigste Material einer Abnutzung vorzubeugen, und einen Wechsel der Bestandtheile, der ja einen zeitweiligen Stillstand der Maschine zur Folge haben würde, unnöthig zu machen. Solcher Aengstlichkeit ist die Natur, wie Sie sehen, überhoben: der Organismus selbst reparirt und verjüngt sich während seines Ganges, und gewiß läßt sich kein vollendeteres Mittel denken, ihn neu zu erhalten, als das ist, ihn in jedem Augenblicke neu zu schaffen.

Und, wunderbar genug, derselbe Wechsel ist auch das Mittel zur Erhaltung des Ganzen! Aus Stoffen besteht das Individuum, aus Individuen besteht der Gesammtorganismus der Natur, — wie dort, so wechseln auch hier die einzelnen Bestandtheile. Und das Mittel dazu? Jeder Wechsel beruht auf zweierlei: Ausscheidung des Verbrauchten und Alten ist seine erste Bedingung, — auch die Individuen selbst also müssen ausscheiden, sobald sie gealtert, ihr Untergang, die Endlichkeit ihrer Natur wird gefordert durch die Erhaltung des Ganzen. Aber die ausgeschiedenen Individuen

müssen auch wieder ersetzt werden durch lebenskräftige, neue Elemente, ohne einen solchen Ersatz wäre mit jeder Generation der Untergang des großen Ganzen gewiß. Und von innen heraus muß dieser Wechsel erfolgen; durch eigne Thätigkeit scheiden die Organe des Thieres, der Pflanze die verbrauchten Stoffe aus, und ersetzen sie durch neue: so ist auch das Ganze der Schöpfung ein Werk, vollkommen genug, um einen Eingriff von außen entbehrlich zu machen. Von innen heraus also stirbt das Thier, vergeht die Pflanze: durch eigene Kraft aber stellen sie auch gleichartige Nachkommen an ihre Stelle, und sorgen vor ihrem Tode für den Ersatz der eigenen Gestalt. Dort, im Einzelwesen war der Wechsel möglich durch den Gegensatz fester und flüssiger Stoffe, hier im großen Ganzen ist es ein ähnlicher Gegensatz, der die Erneuerung der Gestalten bedingt: der Gegensatz der beiden Geschlechter. Das bewegliche, weibliche Element muß dem festen, männlichen sich einen; durch Einigung beider erst ist die Ernährung des Ganzen, ist die Vollendung des Wechsels gesichert. — So sinken Generationen auf Generationen unter die Erde, aber neues, kräftiges Leben erblüht auf ihren Gräbern; ewig frisch, ewig neu erhält sich die Gesammtheit, indem sie aus sich selbst sich neu gebiert.

Wir bewundern diese Einheit des Princips, dieses Festhalten an demselben Mittel bei der Erhaltung des Einzelnen wie der Gesammtheit, — aber noch mehr, auch das Material zu seiner Verwirklichung ist im Großen wie im Kleinen dasselbe.

Die Veränderlichkeit der Substanz nämlich macht allerdings die Fortdauer des Organismus durch den Stoffwechsel möglich; sie ist es aber zugleich, die seine schleunige Zerstörung nach dem Tode bewirkt. Unter dem Einfluß von Wärme und beim Zutritt der Atmosphäre fangen seine lockeren chemischen Verbindungen an, sich gegenseitig zu zersetzen, der Körper fängt an zu verwesen, zu vermodern. Auch dies ist nicht ohne Bedeutung: die Stoffe, die den einzelnen Organismus zusammensetzen, sind nicht allein für diesen

bestimmt, sie haben mit seinem Untergange ihre Rolle noch nicht ausgespielt, sondern müssen dem Princip des Wechsels gemäß, aufs Neue zur Bildung anderer Wesen verwandt werden. In den Verbindungen aber, worin sie sich im Organismus finden, sind sie zur Ernährung anderer Thiere, anderer Pflanzen direct nicht geeignet: das Raubthier nährt sich vom Blute, vom Fleisch anderer Thiere, sein Körper bildet das eigene Blut, das eigene Fleisch daraus, aber diese Ernährung geht nicht in der Weise vor sich, daß das genossene Blut direct übergeht in das eigene: es muß erst vollständig verändert und zersetzt werden, ehe der Körper aus den Bestandtheilen des fremden Blutes wieder das eigene bildet. So müssen fast alle Nahrungsstoffe erst zersetzt und umgewandelt werden, ehe sie wirklich als Nahrung dienen. Veränderlich müssen also die Nahrungsstoffe sein, und gerade die organische Substanz ist durch ihre leichte Zersetzbarkeit von der Natur selbst als diejenige bezeichnet, von der andere Organismen sich nähren, d. h. die eigenen Stoffe ziehen sollen. Jene Wandelbarkeit der Materie also, welche die Existenz des eigenen Körpers während des Lebens durch Ausscheidung und Ersatz möglich macht, welche ferner seine schnelle Zerstörung nach dem Tode bedingt, ist gerade hiedurch der Grund zum schnelleren Uebergang der Grundstoffe aus dem ausgeschiedenen Organismus in andere, ein Mittel zur Erhaltung der neuerstandenen Gestalten.

Wenn wir aber sehen, wie die chemischen Kräfte, welche durch stete Erneuerung des Stoffes den Organismus erhalten, nur bis zu einer bestimmten Grenze für seine Erhaltung wirken, wie sie plötzlich, mit dem Tode, umschlagen, und nun schleunigst das Werk wieder zerstören, das sie eben selbst aufgebaut haben, so fragen wir uns mit Recht: Wie kommt es, daß diese Kräfte nicht schon früher zerstörend wirkten? Welches ist die Ursache, die sie früher im Dienste des Organismus thätig erhielt, welche sie abhielt, schon damals, wie sie es später doch thun, seine Auflösung zu veranlassen, welche sie im Gegentheil zwang, zu seiner Erhaltung, seinem Aufbau thätig zu sein?

Sie sehen leicht, daß diese Frage die eigentliche Grundfrage ist, auf deren Entscheidung jede gründliche Erforschung der Organismen beruht. Die einzelnen Erscheinungen derselben kennen wir ihren Hauptzügen nach, der Stoffwechsel ist diejenige, die mit ihrem innersten Wesen aufs Tiefste zusammenhängt; aber bei diesen Erscheinungen können wir eben nicht stehen bleiben, wir fragen nach dem Grunde, der letzten Ursache der Lebensäußerungen, und Sie sehen wohl, daß mit der Beantwortung dieser Frage zugleich die Einsicht in das innerste Getriebe des Organismus gegeben wäre.

Im Grunde hat diese Frage sich uns schon einmal aufgedrängt. Am Schlusse des letzten Vortrages fragten wir uns: Welches ist die Ursache, die dem Thiere, der Pflanze die Möglichkeit giebt, in ihrer physischen Bildung von dem dieselbe bedingenden mathematischen Grundplan unter Umständen abzuweichen? und wie jene Erscheinung uns vorläufig ein Räthsel blieb, so fällt auch die Beantwortung unserer jetzigen Frage nicht ganz befriedigend aus. Wir kennen die Ursache nicht, welche die chemischen Kräfte im Dienste des Organismus thätig erhält, wir wissen nicht, wie es kommt, daß beim Löwen sich das genossene Blut und Fleisch zur Gestalt eines Löwen, beim Adler aber zur Gestalt eines Adlers zusammenfügen. Der Name der Lebenskraft tritt freilich auch hier uns entgegen; sie soll es sein, welche die chemischen Kräfte zwingt, die aufgenommenen Nahrungsstoffe zu verarbeiten und umzubilden; die dem Keime jedes Thieres, jeder Pflanze inwohnende individuelle Lebenskraft soll der Grund sein, der diese Stoffe zu der jedesmaligen Form gerade dieses Thieres, gerade jener Pflanze zusammenzutreten veranlaßt; aber auch hier fragen wir natürlich weiter: Was ist die Lebenskraft, und wie wirkt sie? Wie haben wir uns diese für jede Art organischer Wesen verschiedene Modification der Lebenskraft zu denken, ja wie kommt es, daß eine und dieselbe Kraft im thierischen Körper aus demselben Stoffe, dem Blute, hier Hirnsubstanz, dort Muskelfasern, dort horniges Gewebe bildet? Alle diese Fragen bleiben ohne Antwort, und wie überall, so scheint auch hier der letzte

Grund der natürlichen Erscheinungen sich unserer Betrachtung zu entziehen.

Aber vielleicht liegt in der Fassung unserer Frage selbst der Grund dieser ungenügenden Antwort. Wir fragen uns: Welches ist die Ursache, die im lebenden Thiere und der lebenden Pflanze die chemischen Kräfte thätig erhält, und durch ihre Vermittelung den Stoffwechsel, das Wachsthum, die Erhaltung des Organismus bewirkt? Aber haben wir denn überhaupt ein Recht, eine solche gesonderte Ursache anzunehmen, die über den chemischen Kräften, als eine eigene, sie beherrschende Kraft steht? Wäre es nicht vielleicht möglich, daß die chemischen Kräfte eben selbst sich thätig erhalten, daß der Proceß des Stoffwechsels durch sich selbst fortdauert, und selbst sich regulirt, so lange ihm noch Material zur Umwandlung dargeboten wird? Es giebt in der That Beispiele in der Natur, wo ebenfalls durch chemische Kräfte die Umbildung von Grundstoffen veranlaßt wird, und wo wir gleichwohl keine besondere Kraft annehmen, welche jene Kräfte anregt und beherrscht. Beim Brauen des Bieres versetzt ein wenig Hefe eine große Menge von Flüssigkeit in Gährung, an allen Theilen derselben sind chemische, umbildende Kräfte in Thätigkeit, das Resultat Aller ist die Erzeugung des Bieres, — aber gleichwohl nehmen wir nicht an, daß dies eine Resultat durch eine eigene, über den chemischen Kräften stehende, bierbildende Kraft erzeugt wird, wir wissen vielmehr, dies eine Resultat ist erzielt durch die an tausend Punkten combinirt wirkenden einzelnen Kräfte. Weßhalb nun fragen wir beim Organismus, wo ebenfalls an allen Punkten solche umbildende Kräfte thätig sind, nach Einer besonderen, alle Einzelkräfte beherrschenden Kraft? Sollte es nicht möglich sein, daß dies Eine Resultat, das Leben des Organismus, ebenfalls nicht die Wirkung Einer Kraft, der Lebenskraft, sondern das Resultat zahlloser zu einem Zwecke combinirter Einzelkräfte wäre?

Der Umstand, daß wir gewohnt sind, diese eine Lebenskraft als eine besondere Ursache der Lebenserscheinungen zu bezeichnen, hat vielleicht darin seinen Grund, daß wir unwillkührlich den Orga-

nismus mit einem Mechanismus vergleichen, und alle Erscheinungen des letzteren auf jenen übertragen oder bei ihm voraussetzen. Wirklich läßt sich auch dieser Vergleich bis auf einen gewissen Grad durchführen. Beide, Maschine und Organismus, verbrauchen zur Fortdauer ihrer Thätigkeit gewisse Speisungsmomente: bei letzterem sind es Luft, Feuchtigkeit, Wärme und alle aufgenommenen Nahrungsstoffe, ohne die ein Stillstand desselben unvermeidlich ist; bei der Maschine ist es bald die Schwere eines Gewichtes, die Spannkraft einer Feder, welche ihre Räder in Bewegung erhält, bald ist es der Druck einer Wassersäule, welche auf die Schaufeln des Rades fällt, und die Mühle treibt, oder es findet selbst, wie in der Dampfmaschine, ein wirklicher Consum von Stoffen (Kohlen und Wasser) statt, welche, wie beim Organismus, zur Speisung dienen. In Beiden sehen wir ferner eine Anzahl von Bestandtheilen (Räder, Hebel, Kolben ꝛc. in der Maschine, die verschiedenen Organe im organischen Körper) harmonisch zu einer gemeinsamen Wirkung combinirt, ja selbst die Construction der Organe im Thier- und Pflanzenkörper beruht auf denselben physikalischen Gesetzen, nach denen wir Instrumente und Maschinen aufbauen. Im Knochensystem sehen wir einen complicirten Hebelapparat; das Herz wirkt wie eine Druckpumpe; das Auge ist eine äußerst fein construirte dunkle Kammer, und das Nervensystem stellt ein Telegraphennetz dar, durch welches der im Centralpunkte, dem Gehirne, thronende Geist blitzschnell seine Befehle ausschickt an die einzelnen Organe, und Botschaften erhält aus den verschiedensten Regionen seines Reiches. Kurz, wenn man bei der äußeren Einrichtung stehen bleibt, so findet man gar viele Momente, durch welche der Vergleich einzelner Organe mit mechanischen Einrichtungen gerechtfertigt erscheint. Und das kann auch in der That nicht anders sein, denn dieselben Gesetze, die in der leblosen Natur herrschen, haben auch im Organismus ihre Geltung: die Gesetze der Lichtbrechung und der Spiegelung müssen überall angewandt werden, wo es darauf ankommt, durch das Licht selbst ein Bild hervorzubringen, natürlich also auch im Auge, das

dem Bewußtsein ein Bild der Außenwelt zuzuführen bestimmt ist. Die Gesetze vom Hebel müssen überall angewandt werden, wo bestimmte Lasten durch gegebene Kräfte bewegt werden sollen: natürlich also auch im Knochensystem, das den Muskelkräften, die den Körper oder seine Organe bewegen, die festen Angriffspunkte gewährt. So läßt sich überall eine entfernte Aehnlichkeit nachweisen; so wie wir aber auf die eigentliche Natur des Organismus eingehen, so zeigt sich augenblicklich, wie lahm und unzureichend jener Vergleich ist. Wir wollen ganz davon absehen, daß auch die feinste und complicirteste Maschine nur ein rohes Machwerk ist gegen den einfachsten Organismus, denn dieses Mehr oder Minder der Vollkommenheit würde nur einen Unterschied, nicht aber einen so scharfen Gegensatz bezeichnen, wie er wirklich besteht; auch darauf wollen wir kein Gewicht legen, daß die Maschine aus den stabilsten und dauerhaftesten Stoffen verfertigt ist, während der Organismus aus leicht veränderlichen Substanzen besteht: denn dieser Gegensatz würde nur ein Gegensatz in der Ausführung sein, nicht aber im Princip; nein, der eigentliche Gegensatz liegt viel tiefer in dem eigentlichen Wesen Beider begründet. Er ist gegeben durch die entgegengesetzte Thätigkeit Beider, er ist gegeben durch die gerade entgegengesetzte Weise, wie diese Thätigkeit erreicht wird.

Die Thätigkeit des Mechanismus ist nach außen gerichtet: nach außen soll die Maschine treiben und bewegen; die Thätigkeit des Organismus ist auf sein Inneres gekehrt: sich selbst soll er erhalten. Die Ursache ferner, wodurch jener Zweck des Mechanismus erreicht wird, die Kraft die ihn treibt und in Bewegung setzt, sie kommt ebenfalls von außen, wie seine Wirkung nach außen gerichtet ist. Zwar ist es das eigene Gewicht des Pendels, das es in Schwingung erhält, aber die Schwingung dauert nicht fort: an dem Punkt, um welchen es sich dreht, entsteht eine Reibung, während der Schwingung selbst geht durch Ueberwindung der widerstrebenden Luft Kraft verloren, und bei der nächsten Schwingung schon gelangt es nicht mehr so hoch, es steht endlich stille. Von außen her muß das

Pendel wieder aufgehoben werden, wenn es aufs Neue schwingen soll; das abgelaufene Gewicht muß wieder aufgezogen, die erschlaffte Feder wieder angespannt, die auf die Schaufeln des Wasserrades gefallene Welle muß durch eine neue ersetzt werden, wenn die Maschine fortgehen soll. Auch die Thiere und Pflanzen bedürfen einer Erneuerung ihrer Kräfte, die sie aus den Nahrungsstoffen ziehen; aber die Thiere vermögen selbst den letzteren nachzugehen, sie mittelst der Sinnesorgane zu prüfen und zu unterscheiden, mittelst der Glieder in sich aufzunehmen und sich mundgerecht zu machen. Und die Pflanzen, die sich nicht bewegen, auch sie saugen durch die eigene Thätigkeit der Wurzelzasern die Nahrungsflüssigkeit in sich auf, athmen durch die Blätter die nöthigen luftartigen Stoffe ein, und eine äußere Kraft, welche die Nahrungsmittel in sie hineinpumpt, ist nicht im Spiele.

Gerade dieser Gegensatz der Organismen gegen die Mechanismen ist vielleicht der Grund, der uns zu der Annahme der Lebenskraft zu zwingen scheint. Wir sehen bei dem organischen Körper keine äußere Kraft, welche ihn triebe und ihn im Gange erhielte, gleichwohl sehen wir Resultate, und da bei der Maschine eine Wirkung nur durch den Impuls einer äußeren Kraft bewirkt wird, so nehmen wir auch hier eine solche Kraft an, die wir nun nothwendig in sein Inneres setzen. Die Lebenskraft ist es nach dieser Annahme, welche die in ihrem Dienste stehenden chemischen Kräfte zwingt, die Nahrungsstoffe zu verarbeiten, sie ist es, welche aus denselben hier dieses dort jenes Gewebe abscheidet; die Lebenskraft regulirt vermittelst des Nervensystems den Verlauf dieser Thätigkeit, und die Lebenskraft des väterlichen und mütterlichen Individuums soll es sein, welche in dem neu gebildeten Keim die eigene Lebensflamme entzündet. Mit ihrem Erlöschen tritt der Tod ein: die Kräfte der Materie sind nun nicht mehr gebunden, nicht mehr beherrscht im Dienste des Organismus, sie können beginnen, das Werk wieder zu zerstören, das sie selbst im Dienste jener Kraft aufgebaut hatten.

Gegen diese Annahme haben sich in der neueren Zeit unter den

Naturforschern erst leisere, dann immer lautere Zweifel erhoben; es haben sich andere Ansichten ausgebildet, nach denen die Annahme der Lebenskraft als einer besonderen, über den chemischen Kräften stehenden Grundursache der Lebenserscheinungen, unnöthig sein soll.

Eines Ueberblickes über die Hauptgründe, auf welche diese Ansichten sich stützen, können wir uns um so weniger entschlagen, je inniger die Lehre von der Lebenskraft mit dem eigentlichen Wesen der Organismen zusammenhängt.

2.

Unter den Stimmen, die sich in neuerer Zeit gegen die Annahme der Lebenskraft erhoben haben, hat sich besonders die des geistvollen Mulder, Professors in Utrecht, hell und deutlich vernehmen lassen. Je unsicherer wir uns fühlen auf dem Boden schwankender Voraussetzungen, um so achtungswerther muß uns das Streben derjenigen erscheinen, die einen sicheren Weg dem vorwärts Dringenden anzubahnen bemüht sind. Wir folgen ihnen bereitwillig, gern den Fuß auf den festen Pfad constatirter Beobachtungen setzend, und nur, wenn auch dieser Weg den Schein der Sicherheit verliert, kehren wir bekümmert und ungern um, vorsichtig auf schwankendem Boden dem Ziele entgegentastend, wo ein sicherer Schritt auf festem Pfade nicht möglich ist.

Versuchen wir es also, diejenigen Punkte uns zu verdeutlichen, auf die Mulder's Ueberzeugung von der Unnöthigkeit der Hypothese von der Lebenskraft sich hauptsächlich gründet. Ein tieferes Eingehen auf das Detail chemischer und physikalischer Forschungen müssen wir uns dabei freilich versagen.

Alle Stoffe, alle Körper zeigen unter gewissen Umständen gewisse Erscheinungen. Die letzten Ursachen dieser Erscheinungen kennen

wir noch nicht, wir belegen sie vorläufig mit dem Namen von Kräften.

Reibt man eine Stange Siegellack, so zeigt sie die Fähigkeit, kleine Blättchen Papier anzuziehen, — eine Erscheinung, die Ihnen noch von den Kinderjahren her bekannt ist. Die letzte Ursache dieser Erscheinung kennen wir nicht, wir nennen sie eine Kraft, elektrische Kraft. Halten Sie eine Stange Eisen in der Richtung der Erdachse, und führen mit einem Hammer einige Schläge darauf, so zeigt sie das Vermögen, mit ihren beiden Enden kleine Eisenspäne anzuziehen. Was die Ursache sei, welche diese Eisenspäne gegen die Enden der Stange treibt, wissen wir nicht: wir nennen sie eine Kraft, magnetische Kraft. Halten wir ein Stück glimmende Kohle in ein Gefäß mit Sauerstoffgas, so erfolgt eine chemische Vereinigung beider Körper, es wird, wie wir früher gesehen haben, Kohlensäure gebildet, in welcher jeder der beiden Grundstoffe untergegangen zu sein scheint. Fragen wir nach der Ursache, welche die Theilchen der Kohle zwingt, sich mit denen des Sauerstoffs zu vereinigen, so erhalten wir keine Antwort: auch diese noch unbekannte Ursache nennen wir daher vorläufig eine Kraft, chemische Verwandtschaftskraft.

So hängen alle äußeren Erscheinungen von uns unbekannten Ursachen ab, Ursachen, die wir, bis sie näher erkannt sein werden, mit dem Namen von Kräften bezeichnen, und zwar von unorganischen Kräften, weil man früher den Schauplatz derselben vorzugsweise in der unorganischen Natur zu finden glaubte. Zu ihnen gehören die chemische Verwandtschaftskraft, die Schwerkraft, die magnetische, die elektrische Kraft u. a.

Ob alle diese Kräfte wirklich von einander verschieden sind? Auch dies können wir nicht behaupten, da sie selbst uns unbekannt bleiben. Wir pflegen, da die Erscheinungen verschieden sind, welche sie hervorrufen, auch diese ihre Ursachen uns als verschieden zu denken, obgleich unter einigen von ihnen z. B. der Elektricität und dem Magnetismus schon die innigste Verwandtschaft nachgewiesen ist,

— ja, mehrere der früher angenommenen unorganischen Kräfte sind schon seit Jahren aus der Zahl der übrigen verschwunden und auf einfachere reducirt. Möglich also, daß auch viele der jetzt noch angenommenen Kräfte nicht wesentlich von einander verschieden sind, möglich selbst, daß sie alle, Gravitationskraft, elektrische, magnetische, chemische Kraft nur verschiedene Modificationen einer und derselben Kraft sind, welche das All beherrscht, und in der Bewegung der Doppelsterne und Sonnensysteme ebenso thätig ist, wie in dem zu einer concreten Gestalt krystallisirenden Wassertropfen, — genug, daß wir auf die Verschiedenheit dieser Ursachen nur aus der Verschiedenheit ihrer Wirkungen schließen.

Aber diese Kräfte sind es nicht allein, welche jene Erscheinungen hervorbringen. Eine Stange Siegellack vermag ohne Weiteres jene Papierstückchen nicht anzuziehen: sie muß erst gerieben werden. Eine Stange Eisen in gewöhnlichem Zustande kann keine Eisenfeilspäne anziehen: sie muß erst erschüttert werden. Halten wir ein Stück kalter Kohle in das Gefäß mit Sauerstoff, so erfolgt keine Verbindung, die Kohle muß erst erhitzt werden. — Diese chemischen und physikalischen Kräfte wirken also nur unter gewissen Bedingungen.

Es fragt sich nur: wie weit geht die Macht dieser Bedingungen, und wie hoch ist ihre Mitwirkung bei den Erscheinungen anzuschlagen? Ja, es kann die Frage entstehen, ob diese Erscheinungen, die eben bloß unter gewissen Umständen sich zeigen, nicht bloß in diesen Umständen ihren Grund haben, d. h. ob diese äußeren Bedingungen es vielleicht erst sind, welche jene chemischen, magnetischen u. a. Kräfte in die Materie hineintragen?

Erschüttern wir eine Stange weichen Eisens mit einem Hammer, so wird sie magnetisch, wenden wir dieselbe Erschütterung bei einer Stange Blei an, so wird sie nicht magnetisch. Die Fähigkeit, magnetisch zu werden, lag also im Eisen selbst, und jener Schlag hat die magnetische Kraft nicht hineingetragen, sondern nur die schon vorhandene geweckt. Halten wir unsere glühende Kohle in ein Gefäß

mit Sauerstoff, so bildet sich Kohlensäure; halten wir sie in Stick-stoff, so erfolgt keine chemische Verbindung, sondern die Kohle erlischt. Die Wärme kann also jene chemische Verwandtschaftskraft nicht hineingetragen haben in die Kohle und den Sauerstoff, die Kraft sich zu vereinigen muß in diesen beiden Stoffen schon liegen, sonst würde sie sich durch die Wärme auch im Stickstoff und der Kohle erzeugen lassen.

Die Macht jener äußeren Bedingungen, unter denen die physi-kalischen und chemischen Kräfte sich äußern, ist also nicht die, daß sie dieselben hineintragen in die Stoffe, sondern nur, daß sie die-selben erregen und wecken. Sehen wir also gewisse Erscheinungen an der Materie unter gewissen Umständen hervortreten, so liegen die Kräfte, auf denen sie beruhen, in der Materie selbst: die äußeren Bedingungen sind nur begünstigende, weckende, erregende Umstände.

Ein Beispiel: Vier einfache Körper, Schwefel, Selen, Chrom, Mangan haben die Fähigkeit sich mit derselben Menge Sauerstoff (mit drei Mischungsgewichten) zu einer Säure zu vereinigen, der Schwefelsäure, Selensäure, Chromsäure und Mangansäure. Woher nun diese Gleichartigkeit der Erscheinung? In äußeren Umständen kann sie, wie eben gezeigt, ihren letzten Grund nicht haben, eben so wenig aber auch in einer Gleichartigkeit der Stoffe selbst, denn die vier genannten Elemente sind, so viel wir beurtheilen können, wirklich von einander verschieden. Die Gleichartigkeit der Erscheinung, mit-hin die Erscheinung selbst, kann nur auf gleichartigen Kräften be-ruhen, die jenen Stoffen eigen sind.

Jede dieser Säuren ferner verbindet sich mit derselben Menge (einem Aequivalent) einer Basis zu einem Salze, und die auf diese Art gebildeten Salze sind isomorph, d. h. sie haben dieselbe Krystall-form. Woher diese Gleichartigkeit der Form? Auch sie kann, aus denselben Gründen, weder in äußeren Umständen, noch in den Stoffen selbst, sondern nur in der Gleichartigkeit der Kräfte ihren Grund haben, die den letzteren inne wohnen.

Halten wir dies fest! Die chemischen, elektrischen, magnetischen u. a. Erscheinungen beruhen auf Kräften, die in der Materie selbst liegen, und geweckt werden durch äußere Umstände. Selbst die Erscheinungen, welche zusammengesetzte chemische Verbindungen zeigen, beruhen auf jenen Kräften, ja auch die Formen dieser Verbindungen haben ihren letzten Grund in diesen Kräften der einfachen Stoffe.

Sehen wir also unter gewissen Umständen gewisse Elemente z. B. Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff sich unter einander chemisch verbinden und zersetzen und wieder verbinden, so liegt der Grund zu dieser Vereinigung und Trennung nicht in den äußeren Umständen, unter denen diese Verbindungen erfolgen, sondern in den Kräften der in dieselben eintretenden einfachen Stoffe. Ist ferner das endliche Resultat dieser chemischen Thätigkeiten ein Krystall, so beruht auch die Form des Krystalls auf jenen Kräften der Elementarstoffe, und von einer eigenthümlichen, von außen her an die Materie tretenden, sie formenden Kraft, von einer Krystallisationskraft kann die Rede nicht sein. Ist das endliche Resultat jener Verbindungen und Zersetzungen eine Zelle: wohl, so liegt der Grund dieser Form ebenfalls in jenen ursprünglichen Kräften der Elementarstoffe, und wir sind nicht gezwungen, eine von außen her an die letzteren tretende, zellbildende Kraft, eine Lebenskraft, anzunehmen.

Der Anfang, der Keim jedes Organs, ja, jedes Organismus ist aber eine Zelle, und wir hätten somit in all' den verschiedenen Bedingungen, unter denen Keime von Thieren und Pflanzen sich bilden, nichts zu suchen, als äußere, die Kräfte der Elementarstoffe weckende Umstände: an eine, bei der Zeugung in die entstehende Zelle hineingetragene Lebenskraft wäre nicht zu denken.

Sie werden indessen mit dieser Darlegung, wie der Keim eines Organismus sich bilden könne, ohne daß man zur Annahme der Lebenskraft seine Zuflucht zu nehmen brauche, sich nicht beruhigen. Sie fordern sicher den Nachweis, daß dieser Prozeß der ersten Bil-

dung sich auch fortsetzen könne ohne die erhaltende Mitwirkung dieser Kraft, Sie fordern wenigstens Beispiele, in denen solche chemische und physikalische Prozesse, wie der Lebensprozeß nach dieser Ansicht sein soll, fortdauere, ohne daß man eine andere, die eigenthümlichen Grundkräfte der Stoffe regulirende Kraft anzunehmen genöthigt ist.

Solche Beispiele finden sich in der That, ja jeder chemische Prozeß ist im Grunde ein Beleg dafür. Ist die Gährung des Bieres, um auf unser früheres Beispiel zurückzukommen, einmal eingeleitet, so hört sie nicht auf, nachdem ein Theil der Flüssigkeit umgewandelt ist, sondern sie setzt sich fort durch die ganze Masse: die ersten in chemische Thätigkeit getretenen Theilchen theilen ihre Bewegung den nächst gelegenen, und so auch allen übrigen mit, und durch die eigenen Kräfte der Grundstoffe kann die Fortdauer des Prozesses erklärt werden, ohne daß man gezwungen wäre, eine eigene, denselben unterhaltende Kraft anzunehmen. Dasselbe sehen wir in allen chemischen Prozessen: einmal eingeleitet, setzen sie sich fort und erhalten sich, so lange die äußeren Umstände dieselben bleiben, so lange noch Material zur Umwandelung vorliegt.

Ist also die Ernährung des Körpers, der Stoffwechsel ein chemischer Prozeß, so muß auch er sich fortsetzen durch die Kräfte der in Umwandelung begriffenen Materie selbst: eine den Stoffwechsel unterhaltende Lebenskraft ist auch hier nicht nothwendig.

Sie sehen leicht, daß diese ganze Ansicht der gewöhnlichen Annahme geradezu entgegengesetzt ist. Die Verfechter der Lebenskraft geben ebenfalls das Walten physikalischer und chemischer Kräfte im Organismus zu, ohne jedoch, wie die Gegner derselben, die Entstehung und die Lebenserscheinungen des Organismus allein von den Elementarkräften der Grundstoffe abzuleiten. Für und gegen jede dieser Ansichten sprechen ausgezeichnete Namen, es fragt sich, für welche wir uns zu erklären haben werden.

Der einzige Prüfstein für eine Hypothese auf dem Gebiete der Naturwissenschaften sind eben die Erscheinungen der Natur selbst.

Mit der Widerlegung einzelner, nicht zutreffender Gleichnisse, deren der geistreiche Mulder sich mehr zur Verdeutlichung als zum Beweise seiner Ansicht bediente, würde die Sache selbst nicht entschieden sein. Wir fragen vielmehr: Mit welcher der beiden Ansichten stimmt die Art des Lebens, die Fortdauer der Thiere und Pflanzen am besten überein: sie wird offenbar diejenige sein, der auch wir zu folgen haben.

Schon der zuletzt erwähnte Charakter aller chemisch-physikalischen Prozesse liefert uns einen guten Vergleichungspunkt. Chemische Prozesse setzen sich, wenn sie einmal eingeleitet sind, fort: das war ja gerade der Grund, der die Fortdauer des Lebens ohne Annahme einer besonderen, dieselben fortführenden Lebenskraft erklären sollte. Aber wir wissen nicht nur: der chemische Prozeß kann sich fortsetzen, wir wissen auch: er wird, er muß sich fortsetzen, und zwar so lange, als ihm noch Stoffe zur Umwandelung dargeboten werden, oder als die äußeren Umstände, unter denen er eingeleitet war, dieselben bleiben. Eine glühende Kohle, in ein Gefäß mit Sauerstoff gehalten, erlischt nicht gleich wieder, sondern die chemische Verbindung nimmt erst dann ein Ende, wenn plötzlich starke Abkühlung eintritt, d. h. wenn die äußeren Umstände ungünstig werden, oder wenn einer der beiden Stoffe vollständig verzehrt ist. Dasselbe zeigte sich uns erst bei der Gährung des Bieres, dasselbe ist der Fall bei allen anderen chemischen Prozessen.

Soll also der Stoffwechsel im Organismus ein Prozeß sein, nur hervorgebracht durch die Kräfte der Elementarstoffe, so muß auch er so lange sich fortsetzen, als ihm Nahrung dargeboten wird, als die äußeren Bedingungen günstig bleiben. Der Stillstand desselben, d. h. der Tod des Organismus kann, wenn sein Leben nur bedingt war durch chemische und physikalische Kräfte, nur herbeigeführt werden entweder durch Mangel an Nahrung oder durch äußere feindliche Umstände.

Ist dies in der Natur der Fall? Ist wirklich der Stillstand des Organismus nur abhängig von diesen beiden Bedingungen?

Oder giebt es Thiere, giebt es Pflanzen, deren endliches Vergehen nicht einem solchen Aufhören hinreichender Nahrung, nicht ungünstigen Umständen zuzuschreiben ist, deren Untergang vielmehr allein abzuleiten ist von dem Aufhören einer, den Lebensprozeß unterhaltenden, eigenthümlichen Ursache?

In der That wird niemand leugnen, daß viele, wenn nicht die meisten organischen Wesen durch äußere feindliche Ursachen ihren Untergang finden. Das Mittel, wodurch das Ganze der Natur sich erhält, ist ja eben steter Wechsel, ist Kampf und Zerstörung: aber dessenungeachtet haben Sie gewiß alle die Ueberzeugung, daß es außer diesen äußeren, zufälligen Todesursachen noch eine innere, nothwendige giebt, die, auch wenn jene wegfallen sollten, das Ende des Organismus früher oder später herbeiführen würde.

Gleichwohl müssen wir auch hier vorsichtig sein. Für die Pflanzen wenigstens haben selbst ausgezeichnete Botaniker, z. B. der ältere de Candolle behauptet, ihre Lebensdauer sei theoretisch unbeschränkt, d. h. ihre Existenz habe kein in ihrem innersten Wesen begründetes Ende, sondern ihr Tod werde allemal durch äußere Umstände bewirkt.

Wirklich lassen sich auch gar häufig solche Schädlichkeiten als Todesursachen mit großer Bestimmtheit nachweisen. Die Kälte und Rauhigkeit des Herbstes und Winters ist es, die in unserer Zone das Absterben so vieler einjähriger Pflanzen bedingt: gelingt es doch häufig, sie zu erhalten und zu ausdauernden Gewächsen zu machen, wenn man sie in ein Gewächshaus oder in die Wärme des Zimmers versetzt. In der heißen Zone findet dies Absterben in der trockenen Jahreszeit statt, — hier ist es die Hitze, der Mangel an Feuchtigkeit, welche die Auen und Felder ihres Schmuckes beraubt, mit dem sie erst beim Beginn der Regenzeit sich wieder bedecken. Schon der Umstand, daß in dem Erblühen und dem Absterben der einjährigen Gewächse in allen Zonen eine in bestimmte Zeiträume abgegrenzte Periodicität herrscht, liefert den Beweis, daß ihre

Existenz abhängig ist von den kosmischen, mithin äußeren Einflüssen, welche eben die Jahreszeiten bedingen.

Mit den baum- und strauchartigen Gewächsen geht es im Grunde nicht anders. Kein Beispiel liegt vor von einem Baume unserer Zone, von dem man mit Gewißheit wüßte, er sei von selbst, d. h. durch innere Ursachen abgestorben, aber tausend Beispiele lassen sich finden, in denen der Tod der Bäume durch äußere Ursachen erklärt wird. Der Wind reißt einen Zweig ab, an der morschen Stelle sammeln sich einige Regentropfen, es erzeugt sich eine faule Stelle, und das Verderben verbreitet sich über den ganzen Stamm. Mit zunehmendem Alter wächst die Gewalt feindlicher Einflüsse: das festere Holz bricht leichter; in der aufgesprungenen Rinde haften die Keime von Flechten und Moosen, finden in der Feuchtigkeit der Rinde ihre Nahrung, vermehren, vergrößern sich, und bieten durch die in ihnen sich sammelnde Nässe den ersten Grund zur späteren Fäulniß und Zerstörung. Bedenken Sie ferner, wie viele Thiere täglich von den Blättern und Knospen des Baumes speisen, wie viele Insekten und andere Gliederthiere in die Rinde, in das Holz selbst sich einbohren, wie viele Würmer an seinen Wurzelfasern zehren, kurz, wie zahllos das Heer der Thiere ist, die den Baum beständig an seinen edelsten Organen angreifen, und Sie haben ein ungefähres Bild von den vielfachen feindlichen Einflüssen, die unausgesetzt auf die Existenz der Gewächse einstürmen. Kein Wunder, daß diese endlich erliegen! Wir erstaunen sogar bei der Macht dieser Schädlichkeiten, daß es Bäume giebt, die ihnen lange Zeit trotzen konnten. Von Martius fand in den Urwäldern Brasiliens Bäume von solcher Höhe und solchem Umfange, daß er ihr Alter auf mindestens 2000 Jahre anschlagen zu müssen glaubte. Diese Bestimmung des Alters der Gewächse ist nicht ganz leicht, sie läßt sich mit einiger Genauigkeit nur bei den sogenannten Dikotyledonen (Pflanzen, deren Samen zwei Samenlappen besitzen) durchführen. In jedem Jahre setzen diese Pflanzen eine neue Holzschicht an, aus der Zahl dieser Holzschichten, die sich auf dem Querdurchschnitt des

5*

Stammes in der Form von Ringen (Jahresringen) zu erkennen geben, läßt sich also ein Schluß auf das Alter der Bäume ziehen Da ferner der Umfang des Stammes bei jeder Art in einem bestimmten Verhältniß zu der Zahl seiner Jahresringe steht, so konnten für einzelne genauer untersuchte Arten Tabellen entworfen werden, um aus dem Umfange sogleich auf die Zahl der Jahresringe, mithin auf das Alter des Baumes zu schließen. Auf diese Weise bestimmte Adanson das Alter eines Brodfruchtbaums (Adansonia digitata) auf einer Insel des grünen Vorgebirges auf 5150 Jahre. Ein Exemplar der virginischen Cypresse (Taxodium distichum Rich.) auf einem Kirchhofe in der Nähe von Oaxaka (Mexiko) hat einen Umfang von 118 Fuß, und ein Alter von mindestens 6000 Jahren, muß also schon zu einer Zeit gekeimt haben, in welche Einige die erste Entstehung des Menschengeschlechtes setzen. Wer aber sagt, daß alle diese Bäume nicht noch viel älter werden können? Ja, wer möchte den Beweis liefern, daß sie überhaupt einmal absterben werden? Aeußere Schädlichkeiten allein können, so scheint es, ihr Ende herbeiführen.

Dies ist indessen wohl nicht bei allen Gewächsen der Fall. De Candolle selbst schon wies auf eine Abtheilung von Pflanzen hin, deren endliches Vergehen nicht immer von äußeren Umständen abhängt, sondern bestimmt in ihrer innersten Natur selbst seinen Grund hat. Er bezeichnete dieselben mit dem Namen der einfrüchtigen Pflanzen (plantae monocarpeae), es sind diejenigen, die nur einmal in ihrem Leben Frucht tragen, und sogleich nach der Zeitigung derselben absterben.

Unser Wintergetreide z. B. (Roggen, Waizen, Gerste) wird im Herbst ausgesäet. Die Keime entwickeln sich, und die junge Saat liegt ruhig während des Winters, gar wohl dem Einfluß einer selbst strengen Kälte widerstehend. Die erwärmenden Strahlen der Frühlingssonne erwecken auch sie zu neuem Leben und Wachsthum: die Halme schießen empor, treiben Blüthe, und zeitigen dem harrenden Landmann ihre Frucht. So wie aber die Aehren reifen, werden

die Halme gelb, die Pflanze stirbt ab, und mit dem Zweck ihres Daseins ist auch das Ende desselben erreicht. Woher dieser Tod? Aeußere, feindliche Einflüsse sind hier mindestens nicht im Spiel: er erfolgt in der Mitte des Sommers, zu einer Zeit, wo die Kälte noch nicht die Vegetation hindert, wo im Gegentheil der Pflanze alle Bedingungen eines üppigen Gedeihens geboten werden. Ja, selbst der Kälte von zwei Wintern vermögen diese an sich zarten Gewächse zu trotzen: Getreidekörner, welche auf hohen Gebirgen ausgesäet wurden, gelangten erst im dritten Sommer nach ihrer Aussaat zur Reife, starben aber ab, sobald die neue Frucht gereift war.

Im Grunde aber herrscht dasselbe Gesetz auch bei unseren Bäumen und Sträuchern. Von den ringförmigen Schichten, aus denen ihr Stamm, ihre Zweige bestehen, ist nur die äußerste, im letzten Jahre gebildete, lebend: nur in ihr erfolgt die Bewegung der Säfte, nur sie treibt Blätter, Blüthentheile und Früchte; sie verholzt schon während des Sommers, sie stirbt ab, nachdem die Früchte gereift sind. Ein Baum ist also, das dürfen wir nicht vergessen, nicht ein untheilbares Ganzes, er besteht vielmehr aus einer Menge von Individuen, welche sich von Jahr zu Jahr tutenförmig über einander legen, und von denen immer das jüngste, lebende, alle älteren, abgestorbenen einhüllt. Als eigentlich lebende Pflanze haben wir also nur die äußerste, Blätter und Früchte treibende Schicht zu betrachten, alle inneren, verholzten Schichten sind die abgestorbenen Individuen früherer Jahre. So erstirbt also auch in den baumartigen Gewächsen das lebende Individuum jedes Jahr nachdem die Frucht gezeitigt wurde, gerade wie bei den einjährigen Gewächsen, nur daß bei diesen nicht, wie bei jenen, die abgestorbene Pflanze im nächsten Jahr von einer neuen, lebenden umschlossen wird. — Die sogenannten Monokotyledonen (Pflanzen mit einem Samenlappen) wachsen nicht durch eine solche Schichtenbildung, durch Uebereinanderlagerung verschiedener Pflanzenindividuen, daher hier der Fall eintreten kann, daß erst nach mehreren Jahren die Zeitigung der Frucht, und nach ihr der an dieselbe gebundene Tod der Pflanze

erfolgt. So bei der Sagopalme, die erst nach 25 bis 30 Jahren ihre Blüthenkolben entwickelt und Früchte treibt, dann aber abstirbt.

Es leuchtet ein, daß dieser an die Zeitigung der Frucht gebundene, also mit der eigentlichen Natur der Pflanze auf das innigste zusammenhängende Tod der schlagendste Gegenbeweis ist gegen die Ansicht, daß das Lebensende aller Gewächse nur von äußeren Ursachen herrühre.

Von den Thieren ist eine solche Behauptung niemals ausgesprochen worden: jeder ist überzeugt, daß auch bei der sorgfältigsten Pflege ihr Leben mit der Zeit von selbst erlischt. Und doch ist der genaue Beweis gerade hier viel schwieriger zu führen, als bei den Pflanzen. Die flüchtigen, leicht beweglichen Gestalten des Thierreichs entschlüpfen einer mehrere Jahre anhaltenden Untersuchung, und noch haben wir kein Kennzeichen, wonach sich das Alter auch nur einer Thierart jederzeit mit Bestimmtheit angeben ließe. Nur von unseren wenigen Hausthieren und von einigen in der Gefangenschaft beobachteten Arten glauben wir ungefähr die Grenzen zu kennen, innerhalb welcher der Cyklus ihres Lebens sich vollendet; aber wer sagt, ob nicht gerade die veränderten, unnatürlichen Zustände auch eine Aenderung in der Lebensdauer hervorgerufen haben? Hin und wieder kommt uns der Zufall zu Hülfe. So soll im Jahre 1497 ein Hecht im Rhein gefangen worden sein mit einem Ringe im Kiemendeckel, worauf der Name Kaiser Friedrichs II. und die Jahreszahl 1230 eingegraben gewesen. Dieser Fisch hätte also nach dem Datum jener Bezeichnung noch 267 Jahre gelebt, — es wird Ihnen bekannt sein, daß zuweilen Hechte von sechs bis sieben Fuß Länge gefangen werden. Sie erinnern sich außerdem wohl der großen Karpfen im Charlottenburger Parke bei Berlin; — bei einigen derselben haben im Laufe der Jahre oder vielleicht der Jahrhunderte Samen von allerlei Algen auf dem Kopfe gekeimt, so daß sie als wirklich bemooste Häupter umherschwimmen: es sind Beispiele bekannt von 150 bis 200jährigen Karpfen. So sollen auch unter

den Vögeln die Raben und Papageien ein Alter von 100 bis 200 Jahren erreichen; — aber wenn alle diese Fälle auch so fest constatirt wären, wie wir es wünschen müßten, und wie sie es leider nicht sind, — würden sie wohl etwas beweisen? Sie würden nur das ergeben, daß in einzelnen Beispielen die Lebensgrenzen etwas weiter sind, als wir anzunehmen pflegen, — für eine in sich unbegrenzte Lebensdauer der Thiere zeugen sie um so weniger, je deutlicher die uns wirklich zugänglichen Formen die Endlichkeit der thierischen Natur beweisen.

Sterben kann aber nur, was gelebt hat. Giebt es Thiere oder Pflanzen, deren Tod sich nicht von äußeren Umständen ableiten läßt, so sind wir gezwungen, bei ihnen eine innere Todesursache, oder, was dasselbe sagt, das Aufhören einer inneren Lebensursache anzunehmen. Wer aber das Aufhören der letzteren zugiebt, der setzt damit die innere Lebensursache selbst.

Noch gäbe es ein Mittel, die Muldersche Theorie zu stützen: es wäre die Annahme, daß der Materie nicht bloß die chemischen und physikalischen Kräfte inne wohnen, die durch ihr Zusammenwirken das Leben des Organismus bewirken, sondern daß sie noch mit anderen, jenen entgegengesetzten Kräften begabt sei, die, anfangs ruhend, später allmählich mehr und mehr hervortreten, und endlich über jene ersten aufbauenden Kräfte den Sieg davon tragen und den Organismus zerstören. Mit anderen Worten: man brauchte nur anzunehmen, daß jene Kräfte der Materie gleichzeitig eine aufbauende (anziehende) und zerstörende (abstoßende) Natur hätten, von denen anfangs die erstere, später die letztere vorwalte. Dergleichen Annahmen sind in der Physik nicht selten. In ähnlicher Weise nehmen die Physiker, um den festen Zustand der Körper zu erklären, eine anziehende Kraft in den Theilchen der Materie an, während sie, um auch den flüssigen und gasförmigen Zustand erläutern zu können, zu einer abstoßenden Kraft ihre Zuflucht nehmen. Beide Kräfte müssen aber gleichzeitig in der Materie vorhanden sein, da ja ein fester Körper flüssig und gasförmig werden kann. — So

sollen im Eisen, um die magnetischen Erscheinungen zu erklären, gleichzeitig eine Coercitiv- und eine Repulsions-Kraft vorhanden sein.

Mit der Annahme der gleichzeitigen Anwesenheit solcher anziehenden und abstoßenden Kräfte in der Materie ist es überhaupt ein mißlich Ding, — diese Kräfte erklären Nichts, sondern gerade ihre gleichzeitige Anwesenheit, während doch immer zur Zeit nur eine von ihnen dominirt, ist selbst das größte Problem. Sollen aber die Kräfte der Grundstoffe, um das Räthsel des Lebens und Sterbens zu erklären, gleichzeitig eine aufbauende und eine zerstörende Natur haben, von denen erst jene, dann diese vorwaltet, so fragen wir wieder: Wie kommt es, daß jene zerstörende Natur nicht schon früher hervortritt, ja daß sie überhaupt das Aufbauen gestattet? Man wird uns ohne Zweifel mit neuen Kräften, oder mit einer neuen Natur jener Kräfte antworten, — wie leicht lassen sich nicht Kräfte ersinnen! — aber es kann eine Hypothese uns nicht befriedigen, die nur auf anderen, und immer wieder auf anderen Hypothesen fußen muß, ohne in den Erscheinungen der Natur ihren rechten Stützpunkt zu finden.

Wohl ist es schmerzlich, den sicheren Grund der Beobachtung, auf den die Mulder'sche Theorie uns zu führen versprach, wieder verlassen, und wieder hinaustreten zu müssen auf den schwankenden Boden der Hypothese: aber gerade das ist das niederschlagende Resultat menschlichen Denkens und Strebens, daß wir gerade da uns von Dunkelheit umgeben fühlen, wo wir am meisten nach Klarheit verlangen. Das Vorhandensein einer inneren Lebensursache ist das Einzige, was wir aus den vorhergehenden Betrachtungen gewinnen: wie sie waltet und wirkt im Organismus, bleibt uns ein unlösliches Räthsel. Ihr Name natürlich ist gleichgültig: wir nennen sie eine Kraft, Lebenskraft, mit demselben Rechte, mit dem der Physiker die Schwerkraft, die chemische Verwandtschaftskraft, und andere uns unbekannte Grundursachen mit dem Namen von Kräften bezeichnet.

Das aber versteht sich von selbst, daß wir diese geheimnißvolle

Triebfeder des Lebens nirgends mit in Rechnung bringen dürfen, wo es sich darum handelt, das Wesen organischer Gestalten gegen dasjenige der unorganischen Naturkörper abzuwägen. Eben deshalb, weil wir sie nicht kennen, lassen wir sie ganz aus dem Spiel: beobachtete Thatsachen, positive Resultate gründlicher Forschungen bilden den Boden, auf den wir mit Sicherheit den Fuß setzen können, nicht aber jene geheimnißvollen Kräfte, die ihrer innersten Natur nach uns unbekannt sind, und vielleicht stets bleiben werden.

IV.

Wasser und Wärme und deren Einfluß auf das organische Leben.

1.

„Wasser, Feuer, Luft und Erde, — das sind die vier Elemente“, so können wir noch jetzt mit Aristoteles sagen, wenn wir unter dieser Bezeichnung nicht die Reihe der unzerlegbaren Stoffe, sondern überhaupt die Bedingungen organischen Lebens verstehen. Die Erde, als die Gesammtheit aller uns zugänglichen Materie aufgefaßt, liefert die Grundstoffe aller physischen Bildung; das Wasser tränkt oder löst alle Nahrungsmittel, und bedingt die Möglichkeit ihrer Auffaugung, durch diese aber die Ernährung; auf dem Austausch mit der Luft beruht die Umwandelung des Lebenssaftes durch die Athmung, während endlich das wärmende und leuchtende Feuer der Sonne die schlummernden Keime organischen Lebens weckt und entwickelt. Die Kenntnisse der Alten waren noch zu gering, um die Bedeutung dieser Lebensbedingungen vollständig zu würdigen, — die Ahnung von ihrer Macht hat jedenfalls schon in ihnen gelebt.

Zwei derselben, Wasser und Wärme, haben vor den übrigen einen besonders entschiedenen Einfluß auf die Entwickelung und auf die Gestaltung lebender Wesen. Beide lösen und formen die mate-

riellen Grundstoffe der Bildung, beide sättigen die Luft, durchdringen die feste Erdrinde, und geben ihnen die Beschaffenheit, die einzig der Entfaltung organischen Lebens taugt.

Zuerst das Wasser! Feucht ist der Keim, der seiner Entwickelung in dunkler Bildungsstätte entgegenschwillt, flüssig perlt in den Adern das Blut, in den Zellen der Pflanze der Lebenssaft, — so verzweigen sich im festen Erdreiche die Adern wogender Ströme: wo kein Wasser, da ersteht kein Leben, wo kein Wasser, da erblüht keine Cultur.

Blicken Sie hin auf jene Gegenden, denen dies Lebenselement versagt ist. Im brennenden Sande der Sahara gedeiht kein Thier, grünt keine Pflanze. Wohl trägt der Wind lebensfähige Keime hinüber aus gesegneteren Fluren, aber der Same schrumpft ein, noch ehe er den Boden erreichte, — der trockene Odem der Wüste hält Wacht über dem unnahbaren Gebiete, nur in der Nähe der Oasen tummeln sich Giraffen, Strauße und Gazellen. Der Mensch allein, der im Kampfe mit der Natur nie verzagende, eilt kühn hindurch, — aber wehe der unglücklichen Karawane, die der Samum überfällt. Dem Raubthiere gleich saugt gierig der trockne Wind den Lebenssaft aus den frischen Gestalten, — hart und fest wie Stein liegen die Leichen unter der vor Hitze zitternden Sanddecke, und nach Jahrtausenden erst finden glücklichere Nachkommen die ausgedörrten, aber unverwesten Mumien.

Welche Fülle üppigen Lebens dagegen in einem brasilianischen Urwalde! Die heiße, mit feuchten Dünsten reich gesättigte Luft brütet alle Keime aus und entwickelt sie zu den kolossalsten Formen, — wir blicken in ein dunkles Labyrinth von himmelaufstrebenden, von halbgestürzten Stämmen, in ein unendliches Gewirr dicht verschlungener, grün belaubter Zweige. Halbverweste Stämme werden noch getragen von den festen Windungen baumartiger Lianen: von Wipfel zu Wipfel hüpfen in zierlichen Bogen ihre Schlingen, hier eine Palme, dort eine Caesalpinie umarmend, und zu einem dunklen, blumendurchwirkten Teppich die Gestalten des Waldes

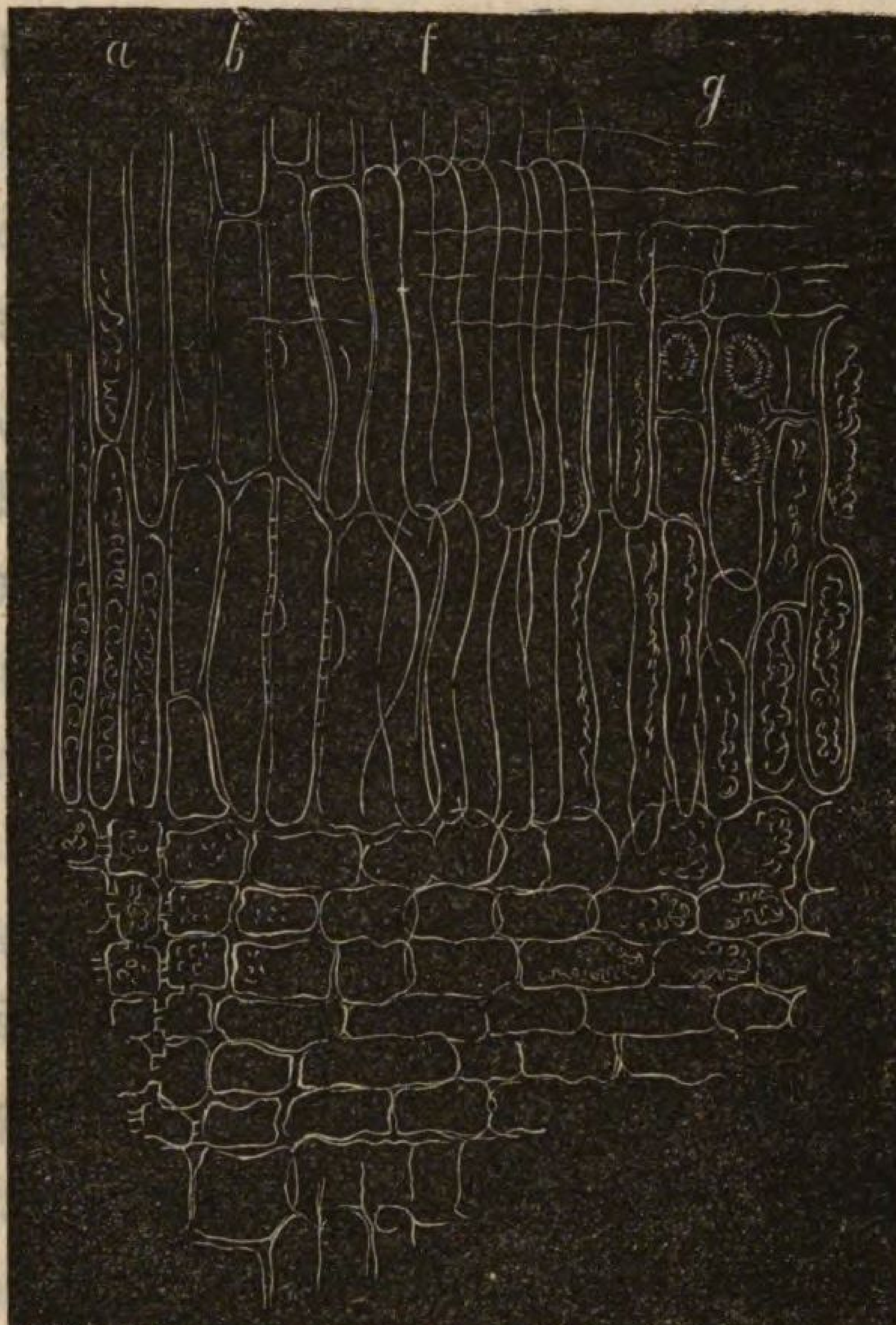
verwebend. Bäume selbst werden wieder zu Gärten: von morschen, moosbewachsenen Stämmen grüßen uns nickend die phantastischen Blüthentrauben bunter Orchideen, hier als Schmetterlinge, dort in der Form langbeiniger Spinnen uns neckend; wir wollen sie haschen, — vergebliches Bemühen: gestürzte Stämme liegen in unserem Wege als unübersteigliche Mauer, und jeder Schritt legt Schlingen um unsere Füße. Schon das Auge hat Mühe, das verschlungene Labyrinth zu durchwandern, und halb verzweifelnd mißt der Blick diese Riesen der Vorzeit, zu hoch zum Theil, als daß eine Kugel hinaufträfe zu den zierlichen Blüthen. Durch die Wipfel aber rettet sich in possirlicher Flucht die Schaar ängstlicher Affen, aufgestört zeigt uns der Tukan sein buntes Gefieder, kreischt uns der Papagei sein mißtöniges Geschrei entgegen.

Wer vermöchte sie alle zu schildern die Wunder des Thierreichs, der Pflanzenwelt, die das Dickicht eines tropischen Urwaldes verbirgt: und doch wird dieses bunte Leben geweckt durch dieselbe Sonne, die auf den Sand der Sahara, auf die asiatischen Steppen ihre Strahlen niedersendet. Nicht die Wärme allein ist der Grund so üppiger Triebkraft: denken Sie, es träte das Meer weit zurück von jenen Küsten, es vertrocknete das Bette der rauschenden Ströme und es versiegten alle die zahllosen Quellen, die den sumpfigen Grund des Urwaldes durchrieseln: so würden nach Jahrtausenden nur vertrocknete Stämme noch Kunde geben von dem früheren Leben, und spätere Forscher fänden die Mumien der ausgedörrten Thiere. — „Grund aller Dinge ist das Wasser!" rief Thales, der Weise von Milet, — wer sagt, ob nicht er schon die Bedeutung dieses Elementes für das organische Leben erkannte?

Diese Wichtigkeit hat das Wasser vor Allem durch seine Form. Flüssig muß der Nahrungsstoff an die verschiedenen Theile des Organismus treten, weil der Stoffwechsel als chemischer Prozeß nur möglich ist bei größter Annäherung der umzuwandelnden Materien. Dieselbe Form bedingt der mechanische Hergang bei dieser Aufnahme neuer, bei dieser Ausscheidung verbrauchter Bestandtheile.

Die Pflanze zunächst besteht in allen ihren Theilen aus Zellen, — kleinen, ursprünglich kugelförmigen Bläschen, die in einer zarten Umhüllung (Zellenhaut) einen zähflüssigen Inhalt (Zellensaft) bergen. Keines dieser Bläschen zeigt an irgend einer Stelle Oeffnungen oder Poren, nirgends finden wir ferner, wie bei den Thieren, fortleitende Adern *), überall sehen wir die Zellen geschlossen, und ein wahres Wunder erscheint Ihnen gewiß die Thatsache, daß gleichwohl gerade durch sie hindurch der Saft in der ganzen Pflanze verbreitet wird. Dies Wunder wird bewirkt durch ein Gesetz, das auch in der unorganischen Natur seine Geltung hat. Sind zwei Flüssigkeiten von verschiedenem Gehalt, so lautet dies Gesetz, durch eine thierische oder eine Pflanzenhaut, überhaupt durch einen von Haarröhrchen durchzogenen Körper von einander getrennt, so tauschen sie durch letzteren hindurch ihre Bestandtheile gegenseitig so lange aus, als es die Verwandtschaft der beiden Flüssigkeiten erfordert. Wahrscheinlich nämlich sind auch die feinsten organischen Häute, selbst die

Fig. 19.



---

*) Auch die frühere Annahme eigenthümlicher, Milchsaft führender, Gefäße ist neuerdings durch Schacht widerlegt.

Fig. 19. Zellen aus einem sehr zarten Längsschnitt von Broussonetia papyrifera, bei 200facher Vergrößerung. *a.* Grenze des letzten Jahresringes. — *b.* Junge Holzzellen. — *f.* Der noch Zellen bildende Theil des Cambium [der Bildungsschicht]. — *g.* Junge, vom Cambium gebildete Zellen der Rinde. — (Nach **H. Schacht** die Pflanzenzelle Taf. XI).

zarten Umhüllungen der Zellen, an denen unser Mikroskop uns keine Poren nachweist, mit äußerst feinen Oeffnungen besetzt, die in der Gestalt enger Kanäle oder Röhrchen die Verbindung einleiten zwischen dem Innern der Zelle und ihrer Umgebung. Dadurch wird denn auch die Zellenhaut der Wurzelfasern die Vermittlerin des die Pflanze ernährenden Austausches. Durch ihre Thätigkeit werden verbrauchte Bestandtheile abgeschieden nach außen, und frische Lebensflüssigkeit aufgesogen; von Zelle zu Zelle setzt sich dieser Austausch des von oben herabsteigenden, in den Blättern umgewandelten mit dem von unten aus der Wurzel stammenden flüssigeren Pflanzensafte fort, und wir dürfen nicht erstaunen, daß letzterer auch ohne eine System verzweigter Adern, und ohne die forttreibende Kraft eines Herzens endlich bis zum Hauptheerd der Umwandlung, zu den Blättern hinansteigt. Weil aber nicht neben den Zellen vorbei, sondern nur durch ihre Häute hindurch die Saftströmung erfolgt, so versteht es sich von selbst, daß die Pflanze keine festen Nahrungsstoffe aufzunehmen vermag. Das Wasser ist ihr Lebenselement, sie verschmäht Alles, was nicht in ihm gelöst ist.

Scheinbar anders, und doch im Grunde ganz ähnlich erfolgt die Aufnahme der Nahrungsmittel bei den Thieren. Sie werden zwar einwenden, daß die Thiere und der Mensch auch feste Stoffe genießen, und finden sogleich den wesentlichen Grund dieser Verschiedenheit in dem Besitz einer Mundöffnung, in der Anwesenheit wirklicher Verdauungsorgane. Aber vergessen wir zuvörderst nicht, daß auch die festen Substanzen, die wir genießen, noch mit einer Menge Wassers durchtränkt sind (Erbsen, Linsen, Bohnen enthalten gegen 15 p. Ct., Kartoffeln über 75 p. Ct. und Rindfleisch sogar beinahe 76 p. Ct. vom Gewichte). Dieses wird durch die Verdauung wieder frei, mischt sich mit dem aufgenommenen Getränk, und schon durch die Einwirkung des Magensaftes nehmen die Nahrungsmittel eine breiartige Beschaffenheit an. Dies ist das Erdreich, von dem das Thier sich nährt. Zu freier Bewegung bestimmt führt es in sich selbst den nährenden Boden; die Zotten des Darm-

kanals sind die Wurzeln, die in den Speisebrei hineinhängen, die aus ihm die Nahrung ziehen. Auch sie sind überall geschlossen, auch durch ihre Häute kann nur in flüssiger Form der Nahrungssaft durchschwitzen, — ohne Wasser ist auch die thierische Ernährung nicht möglich.

Daß auch das dunstförmige Wasser der Atmosphäre von besonderer Wichtigkeit sei für Pflanzen und Thiere, ist nicht zu bezweifeln, — wie weit aber seine Wirkung sich erstrecke, ist mit Sicherheit noch nicht ergründet. Die Erfahrung allein hat uns belehrt, daß die Anlage künstlicher Springbrunnen in unsern Gewächshäusern durch das verdunstende Wasser fördernd einwirkt auf die Vegetation, und wir selbst fühlen leicht eine krankhafte Affection unserer Lungen, wenn wir lange in einem mit trockner Luft geheizten Raum verweilen.

Bei dieser Wichtigkeit des Wassers für das physische Leben läßt sich leicht begreifen, daß eine ganze organische Welt in ihm sich vollendet hat und als abgeschlossene Schöpfung unter seiner Oberfläche lebt und gedeiht. Ehe noch der Fuß des ersten Landthieres prüfend den festen Boden versuchte, tummelten sich längst schon im Wasser lebende Wesen: die untersten Schichten der Gebirgsmassen, diese ersten Blätter aus der Geschichte unseres Erdballs, enthalten ausschließlich Versteinerungen von Wasserthieren. Auch noch jetzt giebt es keine Thierklasse, die nicht im Wasser Mitglieder zählte, ja, ganze Abtheilungen der Thierwelt gehören ihm ausschließlich an. Von den Strahlthieren, deren regelmäßige Bildung in einem früheren Vortrage geschildert wurde, lebt keines auf dem festen Lande, von den Weichthieren nur wenige Schnecken, und unter den Gliederthieren sind wir die Krebse so ausschließlich im Wasser zu finden gewohnt, daß die Erzählung von wandernden Krabben, die zu Tausenden alljährlich aus ihren Schlupfwinkeln in den Gebirgen Chilis dem Meere zukriechen, um dort ihren Laich abzusetzen, uns mit Erstaunen erfüllt. So stellt die Abtheilung der Wirbelthiere in der Klasse der Fische ihr Contingent zur untermeerischen Fauna, und

selbst der Typus des landbewohnenden Säugethieres, des für die Luft organisirten Vogels wird in der Form der Wale, der Pinguine zu ständigen Bewohnern des flüssigen Elementes.

In der That befördern auch die physikalischen Eigenschaften des Wassers die üppigste Entfaltung organischen Lebens. Das Wasser, obgleich leicht beweglich und nie wirklich in Ruhe, ist doch z. B. gegen die Wärme viel standhafter, als das Festland. Nicht alle darauf fallenden Sonnenstrahlen durchglühen die Wogen, — viele Wärme wird schon in den obersten Schichten gebunden, und steigt mit den gebildeten Wasserdünsten wieder nach oben. Im Winter bildet wiederum das Eis eine schützende Decke, und läßt die Kälte nicht ein. Denn gleich als ob die Natur einen Kunstgriff angewandt habe, um ihre Geschöpfe zu retten, bildet das Wasser eine Ausnahme von dem Gesetze, daß alle Körper bei zunehmender Kälte sich verdichten, mithin schwerer werden.

Auch das Wasser zieht sich freilich bei steigender Kälte zusammen, aber nur bis zu einem bestimmten Grade der Abkühlung. Beobachtet man ein feines, mit warmem, aber reinem Wasser gefülltes Glasrohr, das zugleich mit einem Thermometer in ein größeres Gefäß mit Wasser getaucht ist, so kann man, wenn dies letztere durch hineingeschüttetes Eis abgekühlt wird, an dem Thermometer die Wärmegrade ablesen, während sich an dem Steigen oder Fallen der Flüssigkeit in jenem Röhrchen die entsprechende Größe der Zusammenziehung oder Ausdehnung zu erkennen giebt. In der That sinkt gleich anfangs die Flüssigkeitssäule im Röhrchen zugleich mit der Quecksilbersäule im Thermometer, aber nur, bis letzteres auf 4 ° C. über dem Gefrierpunkt angelangt ist. Das von da an bei fortgesetzter Abkühlung wieder erfolgende Steigen des Wassers zeigt deutlich, daß + 4 ° C. der Wärmegrad ist, bei welchem das Wasser seine größte Dichtigkeit hat. Von der Größe dieser Dichtigkeit aber hängt das Gewicht eines Körpers ab, und Sie werden Sich leicht erklären, daß Wasser von 4 ° Wärme sowohl in wärmerem als in kälterem Wasser untersinken muß.

Betrachten wir jetzt die Folgen dieses merkwürdigen Verhaltens. Denken Sie Sich, das Meer hätte in einer größeren Ausdehnung eine Temperatur von 4, 17 Grad Wärme, wobei Sie bemerken mögen, daß der Grad der höchsten Dichtigkeit für Seewasser von demjenigen des reinen Wassers etwas verschieden ist. Eintretende Fröste würden alsdann die Oberfläche abkühlen, aber nur diese, denn die kälteren Schichten müssen sich als die leichteren oben halten, und längst schon könnte an der Oberfläche eine feste Eisdecke sich gebildet haben, während die am Grunde herrschende Wärme noch lange ausreichte zum Schutz der in sie sich flüchtenden Wassergeschöpfe. Träfen statt kalter Winde erwärmende Sonnenstrahlen jene Meeresfläche, so würde dasselbe erfolgen: die wärmeren Seewasserschichten sind ebenfalls leichter als diejenigen von 4, 17 Grad Wärme, und müssen an der Oberfläche sich halten, während auch in diesem Falle nahe dem Boden das Wasser die Temperatur besitzen müßte, die dem größten Dichtigkeitsgrade entspricht.

Nach des Capitain James Roß lehrreichen und genauen Messungen giebt es nun wirklich solche Punkte, wo das Meer in allen seinen Schichten eine feste Temperatur von 4, 17 Grad Celsius (39, 5 Grad Fahrenheit, dem Dichtigkeitsmaximum des Seewassers nahe entsprechend) hat. Diese Punkte bilden nach Capt. Roß' Untersuchungen eine Art Gürtel um die Erde, den er bei seiner Reise in die südlichen Polargegenden zu sechs verschiedenen Malen zu kreuzen Gelegenheit hatte. Lassen wir die Form dieser Linie, welche an ihren verschiedenen Punkten jedenfalls von der jedesmaligen Nähe oder Ferne des Festlandes abhängen wird, vorläufig dahin gestellt, und merken nur, daß überall, wo das mehre hundert Meilen entfernte Festland keinen Einfluß auf die Temperatur des Wassers haben konnte, die Lage dieser Punkte durch die Beobachtung auf 56° 14′ südlicher Breite festgestellt worden ist. Nördlich hiervon halten nur die untersten Schichten jene feste Temperatur; auf 44° S. B. sinkt das Thermometer erst in einer Tiefe von 3600 Fuß (600 Faden) auf 4° 17, während es bei 1800 Fuß 4° 6, an der

Oberfläche sogar 8 ° 6 zeigte. In den Aequatorialgegenden ist die Temperatur von 4 ° 17 auf 7200 Fuß herabgestiegen, dagegen die Oberfläche oft bis auf 25 ° 6 C. durchwärmt ist. — Südlich von jener Linie der gleichmäßigen Durchwärmung findet dasselbe statt, die durch Wärmeausstrahlung bewirkte Abkühlung des Meeres wird hier nicht mehr ersetzt durch die geringere Macht der Sonnenstrahlen, aber wieder sind es die untersten Schichten, welche jene feste Temperatur beibehalten. Nahe dem siebenzigsten Breitengrade ward an der Oberfläche eine Temperatur von — 1 ° 1 C. (+ 30° F.) beobachtet; mit zunehmender Tiefe stieg das Thermometer, und erreichte erst bei 2250 Fuß den festen Stand von 4 ° 17, den es nun auch in noch tieferen Schichten beibehielt.

Daß es noch sehr an genügenden Beobachtungen auf der nördlichen Hemisphäre fehlt, ist sehr zu beklagen, wahrscheinlich giebt es indessen auch hier eine solche Linie, in der die Wärmeabgabe nach außen mit der von der Sonne niedergestrahlten Wärme sich das Gleichgewicht hält. So viel ist sicher, daß in allen Breitengraden von einer gewissen Tiefe an die untersten Schichten des Meeres einen Wärmegrad halten, der dem organischen Leben eine Zuflucht gewährt, wenn Kälte oder Hitze es von seiner Oberfläche verscheucht.

Schon in unserer Zone wird jenes eigenthümliche Verhalten des Wassers von Wichtigkeit. Rettungslos wären auch in unseren Flüssen die Wassergeschöpfe verloren, wenn der Grad der höchsten Dichtigkeit wie bei den übrigen Körpern, so auch beim Wasser mit dem Gefrierpunkt desselben zusammenfiele. Die kälteren, daher in diesem Falle auch schwereren Theilchen würden beständig zu Boden sinken, immer eine neue Oberfläche würde der äußeren Abkühlung sich darbieten, und in gar kurzer Zeit würde das von unten auf gebildete Grundeis das ganze Flußbette erfüllen und der Existenz organisirter Wesen ein Ziel setzen.

In der That ist auch die Bildung solchen Grundeises nur in der Polarzone beobachtet worden, und trägt, wo es sich zeigt, zur plötzlichen Bildung einer starken Eisdecke wesentlich bei. Matiusch-

kin erzählt in der Beschreibung seiner Reise längs des großen Aniuj, daß in diesem, wie in allen reißenden und felsigen Strömen des nördlichen Sibiriens die Eisbildung theils von den Eisrändern längs des Ufers erfolge, theils aber und hauptsächlich unten im Bette des Stromes zwischen den Steinen am Grunde stattfinde. Wegen der am Boden wachsenden Kräuter sieht dieses Grundeis häufig wie grünlicher Schlamm aus; bald nach seiner Entstehung wird es vom Wasser gehoben, und löst sich vom Boden ab, um an die Oberfläche aufzutauchen. Das so gebildete Eis ist daher leicht kenntlich an einer Menge darin enthaltener Steine und Wasserpflanzen; es vereinigt sich rasch mit jenem von den Uferrändern aus anschießenden Eise zu einer compacten Masse, und nach wenigen Stunden muß man schon das Boot als Schlitten benutzen, während man eben noch das Ruder gebrauchen konnte. — Eine Erfüllung des ganzen Strombettes mit starrem Eise wird indessen auch aus diesen Gegenden nicht berichtet, gerade das beständige Aufsteigen des Grundeises hält den Boden frei, und die genügsamen Anwohner der Indigirka, der Kolyma, des Aniuj im Norden von Sibirien können sich noch durch Fischzüge vor dem Hungertode retten, wenn die Jagd des Rennthiers und der wilden Gänse mißlang.

So widersteht das Wasser sowohl der Hitze wie der Kälte; im Sommer kühler, im Winter wärmer als die Luft, bewahrt es eine Gleichmäßigkeit der Temperatur, die nothwendig das physische Leben begünstigen mußte. Daher erstrecken sich auch Thiere und Pflanzen im Wasser viel höher nach Norden, als auf dem Festlande: Fische, Walthiere, Robben, selbst Wasservögel umschwärmen noch Küstenstriche des Eismeeres, die selbst von den genügsamsten Landthieren nicht mehr besucht werden. Daß auch die Tiefe des Meeres eine sehr gleichförmige Entwickelung seiner Organismen zeigt, kann uns bei ihrer durchaus beständigen Temperatur nicht Wunder nehmen; in sehr hohen Breiten fördert häufig das Senkblei dem erstaunten Seefahrer Thierformen zu Tage, in denen er alte Bekannte aus der Tropenzone wieder erkennt.

Im Wasser allein tritt kein Stocken der Lebenspulse ein, bedingt durch den Wechsel der Jahreszeiten. Wenn auf dem Festlande vor der Gluth des tropischen Sommers die Halme vertrocknen, das Krokodil in den Schlamm sich vergräbt, lebt in kühler Tiefe die organische Welt ihr wechselloses Dasein; wenn vor der Rauhigkeit unseres Herbstes die Störche, die Schwalben und das ganze Heer der Waldsänger sich in wärmere Zonen flüchten, schlüpft der minder flüchtige Frosch ins Wasser, im warmen Schlamme des Bodens die strengste Kälte überdauernd. Am Grunde des Meeres erschließt sich keine Rose, keine buntgefärbte Lilie dem Sommer, aber auch kein Fallen der Blätter verkündet den Herbst. In lautloser Gleichförmigkeit lebt die Schöpfung in der Tiefe, — nur die Oberfläche ist dem Wechsel preisgegeben.

Daß diese, von den Verhältnissen des Festlandes so ganz abweichende Natur des Wassers auch eine ganz besondere Gestaltung der Organismen bedingen mußte, versteht sich von selbst. Wie Mitglieder eines in sich abgeschlossenen Reiches erscheinen uns ihre Formen: auf den ersten Blick schon können Sie erkennen, ob ein Thier, eine Pflanze dem Wasser oder dem Festlande angehöre.

Die Pflanzen zunächst zeigen eine sehr gleichförmige Physiognomie, von derjenigen der Landgewächse auf den ersten Blick zu unterscheiden. Nirgends finden wir die festen Stämme, die himmelanstrebenden Säulen unserer Waldbäume; die feste Achse tritt zurück, die bewegliche Blattform waltet vor, denn in dem flüssigen Elemente müssen auch die Organismen eine leicht bewegliche Gestalt haben, um selbst mit auf und ab wogen zu können bei Ebbe und Fluth, und der allgemeinen Bewegung zu folgen. In der Nähe vom Cap Horn ist ein Blasentang gefunden (Macrocystis pyrifera Ag.), dessen Blätter eine Länge von 300 bis 500 Fuß erreichen: schon oft mögen diese Blätter, auf den Wogen sich hebend und senkend, das Auge des wunderbegierigen Seemanns durch die Gestalt riesiger Meerschlangen getäuscht haben; von diesem Tang bis zu der zarten Conferve, die in unseren Teichen die Stufen der Holztreppen schlüpfrig macht,

gehören fast alle Wassergewächse ausschließlich Einer Pflanzenfamilie, den Algen, an, — nur sehr wenige Mitglieder anderer Abtheilungen steigen hier und dort unter den Spiegel des Wassers herab. Die mikroskopische Structur der Algen erklärt ihre Beweglichkeit. An keinem ihrer Theile finden sich Fasern, ihre vollkommen gleichartige Masse, bald häutig, bald schleimig oder lederartig, besteht nur aus einzelnen an einander gereiheten Zellen, und diese Structur, die eben die Holzbildung gänzlich ausschließt, giebt der Alge eine Biegsamkeit, die vollkommen die Flüssigkeit ihres Elementes nachahmt. Diese Beweglichkeit erreicht bisweilen sogar einen so hohen Grad, daß einer der Hauptcharaktere, die wir bei einer Pflanze zu finden gewohnt sind, nämlich das Gebundensein an die feste Erdrinde, gänzlich eingeht. Westlich von den Azoren fand Columbus auf seiner Fahrt eine schwimmende Insel dicht verschlungener Pflanzen, jene schon vor ihm bekannte Sargasso-Bank, — vierzehn Tage brauchte sein Schiff, um durch dieselbe hindurchzugleiten. Sie besteht ganz aus einer Tangart mit schmalen Blättern (Sargassum bacciferum Ag.), welche frei schwimmend im offenen Meere wächst. — Zahllos aber ist die Menge beweglicher Algen in unseren Flüssen und Sümpfen. In den Schriftstellern des Alterthums lesen wir hin und wieder die Mittheilung, es habe Blut geregnet; der abergläubische Landmann fürchtete den Zorn der Götter bei dieser Erscheinung. Jetzt wissen wir, daß die nicht so gar seltene rothe Färbung unserer Regenpfützen herrührt von kleinen kugelförmigen Algen (Protococcus pluvialis Flot.), die oft in ungeheurer Zahl in solchen Wasseransammlungen sich entwickeln; jede dieser kleinen Kugeln schwimmt frei hin und her, und es läßt sich begreifen, daß ihre Freibeweglichkeit noch jetzt manche Forscher

Fig. 20.

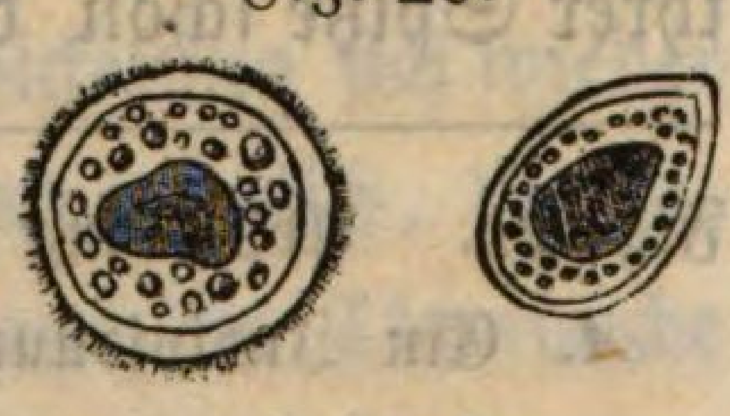
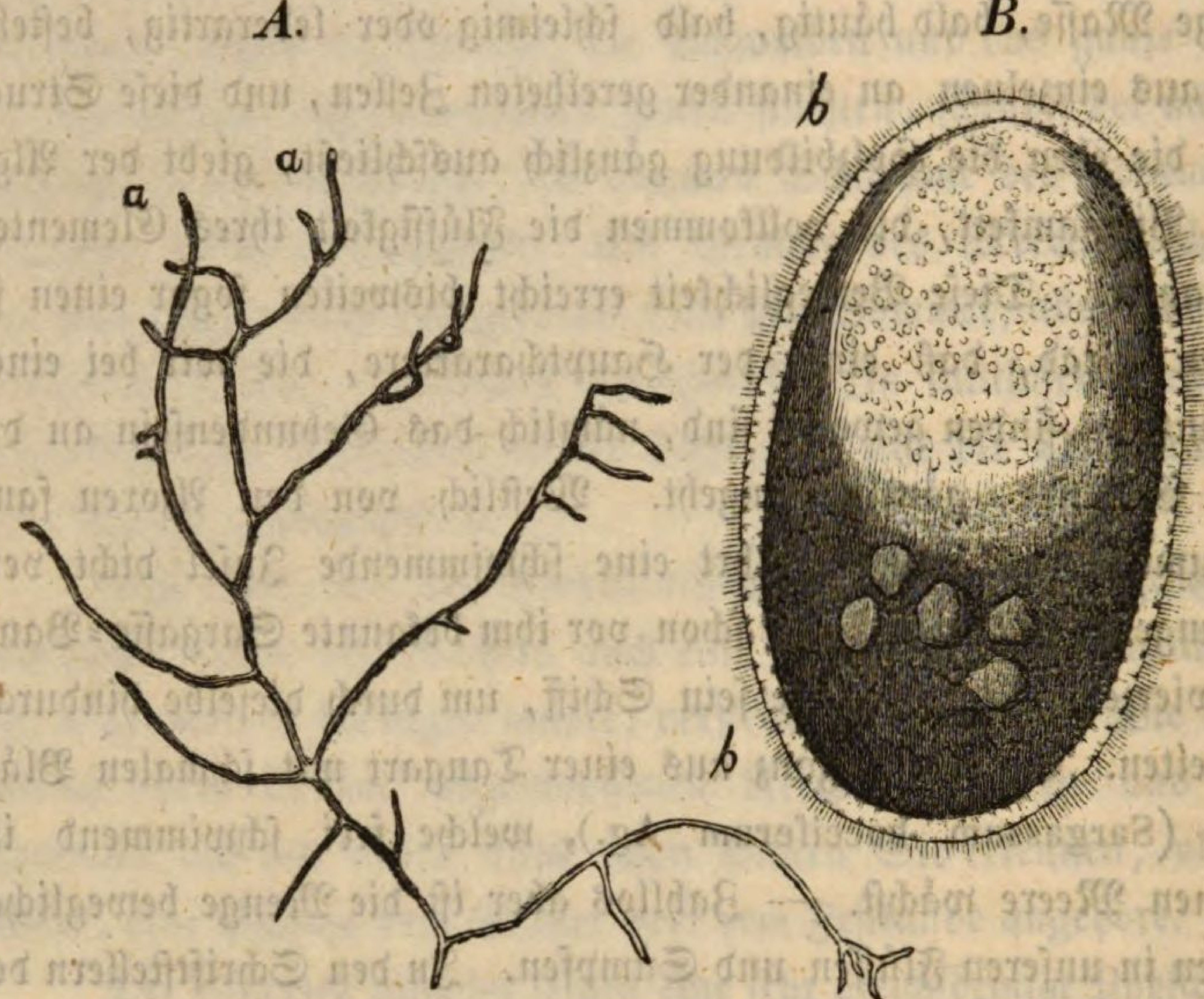


Fig. 20. Zwei Blutregen-Algen (Protococcus pluvialis Flot.). Nach **von Flotow** in den Verhandlungen der kaiserl. Leopold. Carolin. Akademie, 12ter Band Taf. 25.

zu Zweifeln an ihrer wahrhaft pflanzlichen Natur veranlaßt. — Am auffallendsten ist aber die Bewegung der Keimkörner einer anderen Süßwasseralge, der Vaucheria clavata DC. Der berühmte Unger fand dies Phaenomen so auffallend, daß er, jede Grenze zwischen

Fig. 21.



Thier- und Pflanzenreich aufgebend, ein wirkliches Uebergehen aus der einen Bildung in die andere vor Augen zu haben glaubte. Der Hergang ist folgender: Einzelne Zweige dieser zarten, in klaren Bächen hin und wieder kleine Rasen bildenden Pflanze zeigen an ihrer Spitze schon dem bloßen Auge eine dunklere Färbung, als die

---

Fig. 21. Abbildung von Vaucheria clavata.

A. Ein Individuum dieser Pflanze aus einem Rasen herausgenommen. Zwei Zweige (*a*, *a*) haben an der Spitze Fruchtkeulen entwickelt, während der untere Theil der Pflanze entleert und in Fäulniß übergegangen ist.

B. Eine freie, herumschwimmende Spore, 240 Mal vergrößert. Am Rande sind die Flimmerorgane (bei *b*). Nach **Unger** die Pflanze im Momente der Thierwerdung, Fig. 1 und 10.

übrigen Theile. Durch Hülfe von Vergrößerungen erkennt man leicht, daß zu gewissen Zeiten, namentlich früh Morgens unter dem Einfluß des ersten Tageslichtes die Haut dieser Spitze zerreißt. Aus der Oeffnung drängt sich das ovale Keimkörnchen hervor, das schon während dieses eigenthümlichen Geburtsactes sich drehend bewegt, völlig hervorgetreten aber munter auf und nieder schwimmt, und sich bald hierhin bald dorthin wendet, indem es mit diesem Fortschwimmen nach einer Richtung zugleich eine Drehung um die eigene Achse verbindet. Bei fortgesetzter Untersuchung glückte es Unger zu finden, daß diese Bewegung (die erste derartige Entdeckung im Pflanzenreich), durch wirkliche Bewegungsorgane, nämlich durch äußerst zarte Wimpern ausgeführt werde. Durch ihre Hülfe rudert das zarte Körnchen im Wasser hin und her; erst nach Verlauf einiger Stunden fällt es zu Boden, die Bewegung der Wimpern hört auf, die zarte Haut wird runzelig und faltig, — der Tod, so scheint es, hat sein Werk begonnen. Aber aus diesem Tode keimt das Leben: bald füllt die faltig gewordene Haut sich wieder aus, die Wimpern, die man eben während des Ruhezustandes so deutlich beobachten konnte, verschwinden spurlos, und an 2 bis 3 Stellen der Oberfläche sprossen Fortsätze hervor: die junge Pflanze hat gekeimt, und entwickelt sich in kurzer Zeit zu einer vollständigen Alge. — Gewiß staunen Sie über eine so auffallende Entwickelung, aber doch dürfen wir Unger nicht beistimmen, der jenen freischwimmenden Keimkörnern eine wirklich thierische Natur beilegte, und in ihnen ein Beispiel für seine Ansicht fand, daß die Pflanze hin und wieder Thiere producire, welche dann bei fortschreitender Entwickelung sich wieder zu Pflanzen entwickelten. Jene Wimperbewegung nämlich, die gerade das Auffallendste an der Sache ist, kommt auch im Thierreiche häufig vor. Auch die Schleimhäute des Menschen sind mit zarten, wimpernden Schichten (dem sogenannten Flimmerepithelium) bedeckt, so die Nasenhöhlen, die Luftröhren u. A. Diese Flimmerbewegung ist beständig nach einer Seite gerichtet, und läßt sich am besten mit dem Anblick eines wogenden, durch den Wind nach einer Richtung

bewegten Kornfeldes vergleichen. Sie bewirkt, daß leichte und bewegliche Körpertheilchen, z. B. der Schleim, ganz allmählich längs den wimpernden Flächen vorwärts, und namentlich nach den Ausführungsgängen der mit ihnen bekleideten Organe hingeführt werden. Nie aber hängt diese Flimmerbewegung von dem Willen des Menschen oder des Thieres ab, ja, sie läßt sich noch einige Stunden nach dem Tode selbst an einzelnen abgelösten Theilchen unter dem Mikroskop beobachten. Der beste Beweis offenbar, daß auch den Pflanzen, die mit ihr begabt sind, keineswegs wegen ihres Besitzes der Hauptcharakter des Thieres, die Willkür, zugeschrieben werden muß.

So prägt das Wasser der Pflanze hin und wieder einen Charakter auf, den wir bei dem Thiere allein zu finden gewohnt sind. Sonderbar, daß umgekehrt das letztere im Wasser von der Natur der Pflanze zu borgen scheint. An den Boden gebunden strecken buntfarbige Polypen, dem Seemann unter dem Namen der Seerosen (Actinia) bekannt, ihre tausend Arme nach Nahrung aus, winzige Korallenthiere (ebenfalls Polypen) bauen trotzig der Fluth meilenlange Dämme, und in langen Bänken heftet sich die seßhafte Auster an den Felsen. Der Grund dieses scheinbaren Aufgebens der thierischen Natur ist leicht einzusehen: der Wechsel des Ortes, zu dem das Princip des Wechsels sich im Thiere potenzirt, wird unnöthig, wo diesem das wogende Element selbst die Nahrung zuführt.

Ueberhaupt ist die Natur des Thieres nicht so fügsam, wie diejenige der Pflanzen. Während die Wassergewächse fast alle nur einer Familie angehören, wiederholt sich der thierische Organismus im Wasser unter den mannigfaltigsten Gestalten. Schärfer individualisirt als die Pflanzen sind die Formen der Thiere, der festere Typus kann den verschiedenartigsten Elementen leichter widerstehen, und durch sie zu den mannigfaltigsten Formen sich ausprägen lassen.

Daß aber dies Gepräge des flüssigen Elementes keinem seiner thierischen Bewohner fehlt, versteht sich von selbst: Sie lesen es in dem Gesammtausdruck ihres Körperbaues, Sie erkennen es leicht in der Bildung der einzelnen Organe. Es läßt sich begreifen, daß

schon die Bewegung eine ganz andere sein muß in dem dichteren, flüssigen Medium als auf dem Festlande oder in der Luft, und daß also schon die Gliedmaßen der Wasserthiere einen Bau, eine Anordnung zeigen, ganz abweichend von denjenigen der Landbewohner. Verfolgen wir dies Moment etwas genauer.

Auf zwei Weisen kann überhaupt ein Körper bewegt werden: entweder er wird geschoben, d. h. die bewegende Kraft wirkt von hinten auf ihn ein, oder er wird gezogen, und die Kraft ist vorn angebracht. Eine dritte Form der Bewegung entsteht durch die Combination der beiden ersten, indem gleichzeitig vorn und hinten bewegende Kräfte auf den Körper einwirken. Diese letztere Weise ist angewandt bei allen auf oder in der Erde lebenden Thieren: das Säugethier, in der gleich kräftigen Entwickelung der Vorder- und Hinterfüße, der Wurm, der Tausendfuß in der vollkommen gleichmäßigen Ausbildung von Bewegungsorganen an allen Theilen ihres Körpers, sind Beispiele ihrer Anwendung. So wie dagegen ein Thier von der festen Erdrinde sich entfernt, treten die anderen beiden Bewegungsarten in Kraft. Bei den nach oben Aufsteigenden (den Kletternden, Fliegenden) wird der Körper vorwärts gezogen, und die Hauptbewegungsorgane liegen vorn. Ihnen fallen ohne Zweifel gleich selbst Belege für diese Form ein: Sie denken an die langen Arme der kletternden Affen und Faulthiere, an die zu Flugorganen ausgebildeten vorderen Extremitäten der Vögel, Fledermäuse und fliegenden Fische, an die beiden, am Brustkasten befestigten Flügelpaare der Insecten. Thiere dagegen, die nach unten sich entfernen von der festen Erdrinde, haben die bewegende Kraft hinten und der Körper wird vorwärts geschoben. So bei allen Wasserthieren.

Bei den Robben schon dienen die Füße nicht mehr, wie bei den übrigen Säugethieren, zum Tragen des Körpers, die Hinterfüße sind sehr weit nach hinten gerückt und dienen durch die ihre Zehen verbindende Schwimmhaut als kräftiges Ruderorgan. Bei den Walen, die nie mehr, wie noch die Robben, das feste Land besuchen,

fehlen die Hinterfüße ganz, die bewegende Kraft rückt noch weiter nach hinten, und überträgt sich auf den kräftigen, mit horizontaler Flosse besetzten Schwanz. Die Vögel zeigen dasselbe. Je

Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



mehr die Natur des Wasservogels hervortritt, um so weiter nach hinten rücken die als Ruderorgane wirkenden Füße, ja bei den Pinguinen verlieren die vorderen Gliedmaßen vollends ihre Bedeutung als Flugorgane; mit kleinen Schuppenfedern bedeckt unterstützen sie höchstens beim Schwimmen die Thätigkeit der sehr weit nach hinten gerückten Füße. Sie erinnern Sich ferner, daß unter den Reptilien die Wasserschlangen und Krokodile, unter den

---

Fig. 22. Der Indische Casuar (Casuarius indicus C.). $\frac{1}{40}$ der natürlichen Größe.

Fig. 23. Der Eistaucher (Mergus glacialis Brisson). $\frac{1}{16}$ der natürlichen Größe.

Fig. 24. Der Patagonische Pinguin (Aptenodytes patagonica Gmel.) in $\frac{1}{30}$ der natürlichen Größe.

Amphibien die Olme und Molche durch die Schläge des vertikalen Schwanzes den Körper vorwärts treiben, daß die starken, mit Schwimmhäuten versehenen Hinterfüße das Hauptbewegungsorgan der Frösche sind. Am schärfsten prägt sich diese Form bei den Fischen aus: die Wirbelsäule selbst ist hier in ihrem hinteren Ende sehr elastisch und seitwärts beweglich; der Schwanz trägt an seinem Ende eine breite Flosse, und ist außerdem meist mit einer vertikalen Rücken- und Afterflosse besetzt. Seine Schläge sind es, die den Körper vorwärts schieben, denn nur in geringem Grade ist das Vorwärtsgleiten desselben von den schwächeren Brust- und Bauchflossen abhängig.

Fig. 25.



Dazu bedingt das Wasser auch eine besondere Form des ganzen Körperbaues. Stark hervorragende Extremitäten können überhaupt alle diejenigen Thiere nicht haben, die ein dichteres Medium durchdringen müssen, — solche Hervorragungen würden offenbar dem Hindurchgleiten des Körpers durch das Widerstand leistende Element hinderlich sein. Daher die vollkommen cylindrische, vorn sogar pfriemenförmige Gestalt des durch festes Erdreich sich hindurchwindenden Wurms, des grabenden Maulwurfs: vergleichen Sie in dieser Rücksicht nach einander die Formen des Walthieres, des Pinguins, des Fisches mit denjenigen von Landthieren, und Sie haben in dem von vorn nach hinten mehr gleichförmig entwickelten Körper eine Bildung, wie sie unter den Bewohnern des Festlandes nur diejenigen zeigen, die wie die Schlangen, bei Ermangelung aller Bewegungsorgane, auf die Geschmeidigkeit des Körpers allein ange wiesen sind.

So drückt das Wasser allen seinen Organismen ein ganz bestimmtes Gepräge auf: es würde uns zu weit führen, dasselbe in

---

Fig. 25. Der Hecht (Esox lucius L.).

allen seinen Zügen zu verfolgen. Sie brauchen nur daran zu denken, daß das Licht, der Schall, und selbst die Gerüche in einem dichteren Medium eine ganz andere Construction der entsprechenden Sinnesorgane bedingt, als in der Luft, um Sich sogleich zu überzeugen daß jenes Gepräge durch die erst angedeuteten Punkte noch bei Weitem nicht erschöpft ist.

2.

Seiner flüssigen Gestalt vor Allem verdankt das Wasser die Fähigkeit, die organischen Häute zu tränken und zu durchdringen, nur als bewegliches, lebendig wogendes Element kann es eine lebende Schöpfung in seinem Schooße bergen. Wo eisige Kälte seine leicht bewegliche Gestalt in Fesseln legt, wo nur spitze Krystallnadeln zu Boden fallen statt befruchtenden Regens, wo kein rieselnder Bach dem Gaumen des durstigen Waldthiers Labung beut und die Wurzel der Bäume netzt, — da kann, das läßt sich begreifen, organisches Leben nicht gedeihen. Bei Jakutzk ist nach Ermans Messungen der Boden beständig bis zu einer Tiefe von etwa 380 Fuß gefroren; nur auf wenige Zolle vermögen die schrägen Sonnenstrahlen des kurzen Sommers die feste Rinde zu erweichen, und spärliche Pflänzchen hervorzulocken, die aber bald wieder vor der Kälte des strengen Winters vergehen. Die in neuerer Zeit zu Jakutzk (62° N. B.) gemachten Versuche, Getreide zu bauen, sind nach den officiellen Berichten*) nur in Bezug auf Sommerkorn, namentlich Gerste einigermaßen geglückt, weil der lange Frost die Keime der im Frühjahr rascher aufschießenden Wintersaat leicht zerstört. Ueber den siebenzigsten Grad N. B. giebt es nach Hedenström's Bemerkungen eigentlich keinen Baum, keinen Strauch mehr: selbst das genügsame Rennthier hält dem Winter nicht Stand, in ungeheuren

*) v. Baer und Helmersen Beiträge zur Kenntniß des russischen Reiches 1845 pag. 41 ff.

Zügen flieht es alljährlich gen Süden vor seinem versteinernden Hauche; bei einer Kälte von mehr als 40° flattert höchstens ein einsamer Rabe langsam dahin, einen weißen Streifen als Spur seines Fluges hinter sich durch die Luft ziehend, — selbst die Ausdünstungen des Thieres gefrieren unmittelbar nachdem sie ausgehaucht wurden (Wrangel). Der Mensch allein, der die Wüstenhitze nicht scheut, wagt sich auch in diese Einöden; in Pelzen fast vergraben zieht er durch den Schnee: da befällt ihn unwiderstehliche Schlaflust, langsamer rinnt das Blut durch die Adern, es stocken die Lebenspulse, und mit weißem Leichentuche bedeckt der nächste Schnee die steinhart gefrorne Leiche.

Die Scenen der sonnedurchglühten Wüste wiederholen sich an den Küsten des Eismeers. Kälte und Trockniß, das sind die beiden grimmigsten Feinde organischen Lebens, vor ihnen ist der Mensch, das Thier auf steter Flucht: ein beständiger Wechsel des Ortes, ein nomadisirendes Leben wird Lebensbedingung, wo der tückische Feind mit stetem Ueberfall die Existenz bedroht. Daher sind die Volksstämme des höchsten Nordens ebenso wohl Nomaden wie diejenigen in dem Kern der Aequatorialzone. Allerdings giebt es in Asien noch nördlich vom siebenzigsten Breitengrade menschliche Niederlassungen, aber die Weise wie sie entstanden sind, die kümmerliche Art in der sie sich erhalten, zeigen deutlich, daß die Zone des Eises zu festem Wohnsitze für den Menschen sich nicht eignet. „Die an den Ufern des großen Aniuj lebenden Tschuwanzen, Jakuhiren, Lamuten," erzählt Matiuschkin*), „waren sämmtlich früher Nomaden, die mit ihren zahmen Rennthieren weit und breit in den Moostundras umherzogen. Nach Eroberung von Sibirien durch die Russen wurden sie mit Abgaben belegt und auf einen nicht sehr ausgedehnten Bezirk beschränkt, wo es wohl oft an Nahrung für die Rennthiere fehlte. —

---

*) Der Begleiter von Wrangels auf dessen Expedition nach den Küsten des Eismeeres. Vgl. des Letzteren Reiseberichte in der Bearbeitung von Engelhardt.

Die Folge davon war, daß nach und nach ihre zahmen Rennthiere ausstarben, theils aus Futtermangel, theils auch weil jetzt eine in einer einzelnen Heerde ausgebrochene Seuche sich bald unter die übrigen verbreitete, die nun nicht mehr, wie sonst in diesem Falle, sich schnell und weit genug entfernen konnten, um der Ansteckung zu entgehen. Nach und nach nahmen die Ansiedler Manches von der Lebensweise der Russen an, behielten aber die allen Nomaden eigene Sorglosigkeit für die Zukunft: sie sammeln nie Vorräthe, und viele werden jährlich durch Hunger und Elend aufgerieben." Nur einen kümmerlichen Unterhalt bieten Rennthierjagd und Fischerei, — ganze Ortschaften sterben aus, wenn diese beiden Rettungsmittel fehl schlagen. — Daß bei diesem unnatürlichen Niederlassen in Gegenden, wo der Ackerbau unmöglich ist, die Kopfzahl der ursprünglichen Bevölkerung sichtlich abgenommen hat, läßt sich begreifen. Ganze Stämme, von denen noch die Sage dem Reisenden dort erzählt, die Omokis, die Schelagys u. A. sind ausgestorben, dagegen gerade diejenigen, denen es geglückt ist, ihr Nomadenleben zu bewahren, z. B. die Tungusen und ein Theil der Tschuschken, sich durch kräftigeren Körperbau auszeichnen, und durch energische Waffenthaten ihren Nachbarn gefürchtet machen.

Zum Glück für jene halb angesiedelten Völkerschaften des Nordens erstreckt sich dies Nomadenleben auch auf die Thierwelt. Mit Anbruch der wärmeren Jahreszeit bedecken zahllose Schwärme von Gänsen, Enten und Schwänen die kleinen Seen der Tundra's, um an den flachen Ufern zu mausern und zu nisten; die Rennthiere, aus den südlicheren Wäldern durch die Stiche ungeheurer Mückenschwärme vertrieben, wandern in Zügen von vielen Tausenden nordwärts, und die ausgehungerten Inhaber jener Ansiedelungen, deren spärliche Vorräthe selten bis zum nächsten Sommer ausreichen, greifen freudig zum Jagdgeräth, um die kurze Zeit der Erndte gehörig zu benutzen. Die Pelzthiere, z. B. der Eisfuchs und einige Marderarten ahmen dem Menschen in ihren Wanderungen nach: wie diese dem Jagdwild, so folgen sie den Zügen des durch seine schnurgeraden

Wanderungen berüchtigten Lemmings. Selbst die Robben halten sich nicht beständig an denselben Küsten auf, sondern bedecken in großen Heerden bald mehr nördliche, bald südlichere Eisfelder. Vor Allen aber zahlreich sind die Züge der Fische, die sich einstellen, so wie das Eis der sibirischen Flüsse sich gelöst hat; gerade sie sind wegen ihres leichteren Fanges für die menschlichen Niederlassungen von unendlicher Wichtigkeit, — zum Unterhalt der 100 Familien, welche mit ihren Hunden Nishne-Kolymsk bewohnen, sind jährlich allein fast 3 Millionen Häringe erforderlich. Es läßt sich begreifen, daß gerade die Ufer fischreicher Flüsse zu Ansiedelungen im nördlichen Sibirien benutzt werden, namentlich an solchen Punkten, die das Rennthier auf seinen jährlichen Zügen zu besuchen pflegt. An solchen Stellen ist es noch am ersten möglich, den endlosen Kampf mit der Natur zu bestehen, zu dem dort jeder Tag eine neue Herausforderung bringt.

Glücklich dagegen die Zonen, wo der Quell nicht erstarrt, so wie er aus dem Felsen gesprungen, wo lebendig und frisch in weit verzweigten Adern die Lebensfluth den lockeren Boden durchrieselt. Zu geschmeidigen Gestalten erschließen sich im feuchten Erdenschooße die Keime saftiger Pflanzen, das thierische Leben entfaltet sich zu mannigfachen Formen, und der Ackerbau treibende Mensch, nicht mehr in Sorge um das Ergebniß der Jagd oder um bessere Weiden, kostet in behaglicher Rast die Freuden der festen Häuslichkeit. Reicht aber die von der Sonne gespendete Wärme aus, dem Wasser die dritte Form zu geben, die es annehmen kann, und befruchtet dies nicht den Boden bloß zu zeugender Thätigkeit, sondern sättigt es auch die Luft mit reichen Wasserdünsten: da bildet sich durch Feuchtigkeit und Wärme eine wahre Brutstätte organischen Lebens; zu stämmigen Bäumen schießen die zarten Gräser, die Moose des Nordens empor, und hoch überragen der Palmen schlanke Säulen den Urwald.

Daß übrigens der so verschiedenen Vertheilung der Wärme auf unserer Erde auch ein verschiedener Körperbau der Organismen in den einzelnen Zonen entsprechen müsse, wird Ihnen um so erklär-

licher sein, je tiefer gerade die Wärme einwirkt auf die Thätigkeit des Körpers.

In der Größe, oder vielmehr in der Höhe der einzelnen Naturformen spricht sich zunächst diese Wirkung am deutlichsten aus. Die Wachspalme erreicht am Abhang der Andenkette nach Humboldt's Bericht eine Höhe von 150 Fuß, weiter nach Norden werden die Palmen kleiner, und schon unter dem 42. bis 43. Breitengrade hört bei Nizza diese schöne Pflanzenfamilie mit der Gestalt der Zwergpalme (Chamaerops humilis L.) auf. Aber hier gedeihen noch zahlreiche Dikotyledonen von stattlicher Höhe, selbst in unseren Gegenden sind Edeltannen (Abies pectinata DC) von 80 bis 100 Fuß Höhe keine Seltenheit. Gehen Sie weiter nach Norden bis zum 62. Grad N. B., und Sie treffen zwischen verkümmertem Knieholz nur einzelnstehende Lärchen und Birken; auch diese verschwinden endlich, und weite Flächen von Moosen und niedrigen Flechten sind die Formen, in denen endlich der Pflanzenwuchs bis zur Erde herabsinkt. — Mit den Thieren geht es ähnlich. Gestalten wie die Giraffe, der Elephant, das Kameel und das Nilpferd hat schon unsere Zone nicht mehr aufzuweisen, die Formen des Löwen, des Tigers wiederholen sich bei uns in der kleinen wilden Katze, und sehr treffend findet von Baer eine weitere Ausführung dieses Gesetzes in dem Umstande, daß selbst in dem Aufenthaltsorte der nordischen Thiere und in der Weise, wie sie sich tragen, immer mehr eine Annäherung an den Erdboden sich beurkundet. So tragen das Elenn und das Rennthier, die beiden nördlichsten Arten aus der Gattung der Hirsche, Kopf und Hals mehr gebeugt, als ihre übrigen Verwandten. Der hochfliegende Condor, die in Baumwipfeln lebenden Affen sind ausschließlich der Tropenzone eigen; immer mehr nähern sich die Thiere der Erdrinde, bis endlich das wärmere Wasser der Zufluchtsort wird, in den die Organisation hinabsteigt.

Sehen Sie hier nach dem Wasser ein zweites Moment, das modificirend einwirkt auf den Bau, auf das Leben der Organismen. Woher dies Moment stamme, kann keinem Zweifel unterliegen

Wohl hat es allem Anscheine nach eine Zeit gegeben, in der die eigene Gluth des feurig flüssigen Erdkerns die erst dünnere Rinde durchhitzte, und eine Pflanzenwelt hervortrieb, viel üppiger noch, als unsere dichtesten Urwälder; diese Zeit ist aber längst vergangen. Gerade jene Gegenden der Polarzone, wo der Boden bis zu einer bedeutenden Tiefe beständig gefroren ist, liefern den schlagendsten Beweis, daß die Hitze des inneren Erdkerns nicht mehr von Einfluß ist auf diejenige Temperatur der Oberfläche, deren die Organismen bedürfen. Die Sonne allein ist jetzt der Heerd der allgemeinen Wärme.

Außerdem ist aber jeder Organismus sich selbst eine Wärmequelle. Ihnen ist der gewöhnliche Unterschied zwischen warmblütigen und kaltblütigen Thieren bekannt: zu den ersteren gehören die Säugethiere und Vögel, zu den letzteren alle übrigen Thiere. Jene Bezeichnung ist aber sehr unrichtig, und Sie würden durchaus im Irrthume sein, wenn Sie aus ihr schließen wollten, daß die kaltblütigen Thiere überhaupt keine Wärme produciren: ein zur Winterszeit in einen Bienenkorb gehaltenes Thermometer würde Sie durch seinen Stand leicht überzeugen, daß auch hier eine, unter Umständen sogar sehr merkliche Wärmeerzeugung erfolgt. Der Unterschied ist vielmehr der, daß ein Säugethier oder ein Vogel bei dem Wechsel der Jahreszeiten und in den verschiedensten Klimaten eine beständige Temperatur seines Innern bewahrt, während die kaltblütigen Thiere in dem Wechsel ihrer eigenen Körperwärme dasselbe Schwanken wiederholen, wie das Medium, in welchem sie leben. Sehr richtig bezeichnet daher B e r g m a n n die letzteren als „wechselwarme" (poekilotherme), die Säugethiere und Vögel, die warmblütigen als „gleichwarme" (homoeotherme). Was für jede einzelne dieser beiden Gruppen durch dieses verschiedene Verhalten erreicht wird, ist schwer zu ergründen; begnügen wir uns damit, daß der Körper eines „gleichwarmen" Thiers eine Zeit lang jeder künstlichen Erhöhung oder Erniedrigung seiner Temperatur kräftig widersteht, einer durch gewaltsame Mittel aber wirklich hervorgerufenen Veränderung jenes

constanten Wärmegrades erliegt. Es scheint demnach die Thätigkeit der Organe eines Säugethiers, eines Vogels an diese gleichmäßige Durchwärmung des ganzen Körpers gebunden zu sein, aber wir sind nicht im Stande zu sagen, aus welchem Grunde dieselbe zur Existenz der wechselwarmen (kaltblütigen) Thiere nicht erforderlich ist.

Das Hauptmittel, wodurch der Organismus seine Eigenwärme erzeugt, ist die Ernährung: Sie können dieselbe in ihrem Hergange wie in ihrer Wirkung sehr passend mit einer Verbrennung bezeichnen. Betrachten Sie diese Gasflamme. Sie ist das Zeichen einer vor unseren Augen erfolgenden chemischen Verbindung des entzündeten Gasstromes mit dem Sauerstoff der Luft, eine Vereinigung, die wir mit dem Namen „Verbrennung" bezeichnen. Das Leuchtgas besteht aus zwei Stoffen, Kohlenstoff und Wasserstoff: Sie haben hier ein Beispiel, wie durch Vereinigung dieser beiden Elemente mit dem Sauerstoff der Luft Wärme erzeugt werden kann. Das Verbrennungsproduct der Kohle ist Kohlensäure, eine Gasart, der Sie Sich noch aus einem früheren Vortrage erinnern; beim Verbrennen des Wasserstoffs entsteht Wasser, das sich in Dunstgestalt zugleich mit der Kohlensäure in der Luft verbreitet. So ist jeder Ofen nichts anderes als ein Apparat, um die chemische Vereinigung der hineingeschütteten Kohlen mit dem Sauerstoff der Luft zu bewirken: das Verbrennungsproduct, die Kohlensäure, lassen wir unbenutzt mit dem Rauch durch den Schornstein entweichen, nur die bei ihrer Bildung frei werdende Wärme benutzen wir zur Heizung unserer Zimmer.

Vergleichen wir mit diesen Prozessen die jeden Augenblick in unserem eigenen Körper sich erneuernde Verbrennung. Auch dieser besteht in seinen verschiedenen Organen theilweise aus Substanzen, die das Hauptbrennmaterial unserer Oefen und Lampen enthalten, nämlich Kohlenstoff und Wasserstoff, unsere Nahrungsmittel bilden beständig eine neue Zufuhr dieser Stoffe; es bedarf also, wie Sie sehen, zu einer Wärme erregenden Verbrennung vor Allem des dieselbe unterhaltenden Sauerstoffs. Dieser aber wird durch die Ath-

mung in den Blutstrom aufgenommen, und Sie können den letzteren, der den Sauerstoff hinführt an die verschiedenen Punkte des Organismus, nicht unpassend mit dem Luftzuge vergleichen, der den Sauerstoff durch das Brennmaterial jenes Ofens streichen läßt. Die letzten, feinsten Verzweigungen der Blutgefäße, das sogenannte Haargefäßnetz, sind der eigentliche Heerd des Stoffwechsels, der Verbrennung. Hier trifft der eingeathmete Sauerstoff auf die umzuwandelnden Formbestandtheile, und verbindet sich mit dem Kohlenstoff derselben zu Kohlensäure, mit dem Wasserstoff zu Wasser, welche dem Blutstrom sich beimengen, und entweder durch die Haut oder die Lungen wieder ausgeschieden werden.

Sie werden sich hieraus leicht erklären, daß Thiere, bei denen der Stoffwechsel lebhafter erfolgt, als bei anderen, auch eine gesteigerte Temperatur zeigen: in der Aufnahme einer größeren oder geringeren Menge von Nahrungsstoff hat das Thier selbst das Mittel, die eigene Körperwärme zu reguliren und äußeren, abkühlenden Einflüssen entgegenzuarbeiten. Daher die behagliche Wärme, die im Winter bald nach einer guten Mahlzeit unseren Körper durchströmt, daher überhaupt das größere Bedürfniß nach Nahrung in der kälteren Jahreszeit. In der Kälte ist die eingeathmete Luft dichter, als in der Wärme, beim Athmen wird also im Winter mehr Sauerstoff aufgenommen, als im heißen Sommer, und wie bei erhöhetem Luftzuge in einem Ofen die Verbrennung gesteigert wird, so äußert sich auch in der Kälte das größere Quantum des eingeathmeten Sauerstoffs zunächst in dem Bedürfniß nach neuem Brennmaterial, in dem Reiz nach neuer Nahrung. Daß die Völker der Polarzone, daß selbst wir noch gegenüber dem genügsamen Südländer wahre Vielesser sind, erklärt sich einfach aus der Verschiedenheit des Klimas; der Körper reagirt gegen die Einflüsse der Außenwelt durch eine die letzteren paralysirende, entgegengesetzte Thätigkeit.

Vergleichen wir nun noch einmal die Formen der kälteren Zone mit denen der heißen, so ergiebt sich uns leicht ein zweiter Punkt, in welchem sich die modificirende Kraft der Wärme dem Or-

ganismus durch verschiedene Gestaltung aufprägt. Es kann nämlich nicht fehlen, daß der Mensch, auch das Säugethier und der Vogel in den eisbedeckten Gegenden der Polarzone mehr Nahrung consumirt, als zum wirklichen Unterhalt des Körpers erforderlich ist. Der zur Herstellung der Lebenswärme erforderliche Ueberschuß wird dann unter der Haut als Fett abgelagert, das nicht nur ein Magazin von Nahrungsstoff bildet für künftige Zeiten des Hungers, sondern zugleich durch seine geringe Leitungsfähigkeit für die Wärme den Körper als warmhaltendes Kleid bedeckt. Die Speckschicht unter der Haut des grönländischen Walthiers ist 8 bis 20 Zoll dick, von dem Körpergewicht eines Pinguins besteht mehr als die Hälfte aus Fett, und die mehr abgerundete, plumpe Gestalt der Thiere und selbst des Menschen der Polarzone zeigt im Gegensatz zu den schlankeren Gestalten der Aequatorialgegenden recht augenfällig die durch die Kälte des Klimas bedingte reichlichere Ernährung.

Durch diese also ersetzt der Körper wieder die durch äußere Einflüsse verloren gehende Eigenwärme. Wie aber erklärt sich die umgekehrte Erscheinung? Tausende von Beobachtungen, die unter den verschiedensten Himmelsstrichen angestellt wurden, haben bewiesen, daß auch in der Hitze der Tropen die Blutwärme der gleichwarmen Thiere dieselbe bleibt. Im Durchschnitt beträgt diese beim Menschen 37 ° 2 C. oder 29 ° 7 R., sie steigt bei einer Reise nach dem Cap der guten Hoffnung, nach Isle de France und Ceylon kaum um einen Grad, während sich die Temperatur der Umgebung um 14 bis 16 Grad ändert.

Theilweise läßt sich diese Thatsache durch das geringere Quantum von Nahrungsmitteln erklären, das in der Hitze consumirt wird. Aber außerdem wirkt noch ein anderes Moment abkühlend ein: es ist die Thätigkeit der Haut und der Lungen, die durch die größere oder geringere Ausscheidung dunstförmigen Wassers je nach dem Bedürfniß des Körpers eine entsprechende Wärmemenge aus dem Körper entfernt. — Jede Flüssigkeit bedarf, wie Sie wissen, einer gewissen Wärme, um Dampfgestalt annehmen zu können; wird ihr diese

nicht durch künstliche Mittel geboten, so entzieht sie dieselbe ihrer Umgebung. Ihnen fallen hier ohne Zweifel die porösen Thonflaschen ein, deren wir uns im Sommer zur Abkühlung unseres Trinkwassers bedienen: durch die Poren des Gefäßes sickert langsam etwas Wasser hindurch, dies entzieht, um dampfförmig zu werden, der Flasche selbst die dazu nöthige Wärme, und diese sammt ihrem Inhalt wird abgekühlt. So nimmt in Haut und Lungen beständig eine Menge Wasser Dunstgestalt an, und wirkt natürlich abkühlend auf den Körper. Kaum steigert sich die innere Wärme durch starke Bewegung, durch reichliche Nahrung, so erhöht sich bald die Thätigkeit der Haut und der Lungen, und durch das größere Maaß von ausgehauchtem Wasserdunst wird zugleich eine entsprechende Menge von Wärme nach außen abgegeben, und so der zu starken inneren Erhitzung vorgebeugt. Wird die Temperatur der umgebenden Luft noch größer, oder steigern sich die Ursachen der inneren Erwärmung, so kann die größere Menge des ausgehauchten Wassers nicht mehr in Dunstform entweichen: in der Gestalt flüssigen Schweißes, der zugleich einige Salze auflöst und aus dem Körper entfernt, bedeckt es die Haut. Es läßt sich begreifen, daß dieser durch die größere Verdünstungswärme, die er dem Körper entzieht, ferner abkühlend wirken muß. Freilich werden Sie mir einwenden, daß es Thiere giebt, die nicht schwitzen: die Haut des Hundes bleibt immer trocken, und schwerlich werden Sie je einen mit Schweiß bedeckten Vogel gesehen haben. Hier aber ersetzt die gesteigerte Thätigkeit der Lungen diejenige der Haut, denn es ist offenbar für die Temperatur des Körpers gleich, an welchem Orte der die Wärme ausführende Wasserdunst ausgeschieden wird.

Sie erklären sich nun leicht den Umstand, daß die Haut des stärker schwitzenden Negers trotz des Klimas der Tropenzone sich dem Europäer kalt anfühlt, Sie erkennen ferner die Wechselwirkung zwischen Haut und Verdauungsorganen. Der Ueberschuß von Wärme, den die letzteren dem Körper durch ein Plus von Nahrung zuführen, wird durch die Thätigkeit der ersteren wieder ausgeführt.

Niemand ist daher leichter Erkältungen ausgesetzt, als wer sich den Magen überladet, und umgekehrt äußert sich eine Erkältung, eine krankhafte Störung der Hautthätigkeit, gar häufig zunächst in einem Leiden der Verdauungsorgane.

Es versteht sich von selbst, daß die innere Wärme sich erhöhen muß, wo jene Dunstbildung künstlich verhindert, wo die Thätigkeit der Haut absichtlich unterdrückt wird. Einige Völker des Nordens erhöhen die Eigenwärme, indem sie die Haut mit Thran oder Fett einschmieren, und vielleicht hatten auch die alten Römer, die vor jedem warmen Bade den Körper mit kostbaren Oelen salbten, keinen andern Zweck dabei, als die Haut durch die künstlich zurückgehaltene Verdunstungswärme desto empfindlicher für die Wirkung des Bades zu machen, gerade wie der Russe durch ein Dampfbad, der Hydropath durch Einwickelung sich auf das kalte Bad vorbereitet. Selbst dichte, namentlich mehrfache Kleider müssen schon aus dem Grunde warmhaltend wirken, weil sie die freie Ausdünstung beschränken. Denn leicht sättigt sich die zwischen den Kleidern stagnirende Luftschicht mit Wasserdunst in einem Grade, der den weiteren Austritt dunstförmigen Wassers aus der Haut unmöglich macht. Der Schweiß ist die einzige Form, in der der gesalbte oder in dichte Kleider gehüllte Körper sich der überschüssigen Wärme entledigen kann.

Die warmhaltende Wirkung der Kleider aber hat noch einen anderen Grund. Sie wissen, daß wir die Körper in Bezug auf ihr Verhalten gegen die Wärme in gute und schlechte Leiter unterscheiden. Zu den guten Leitern gehören z. B. die Metalle, zu den schlechteren Holz, Wolle, Horn u. A. Es würde vollkommen unpraktisch sein, wenn wir uns durch eine eiserne Rüstung vor der Kälte des Winters schützen wollten, das gut leitende Metall würde einen sehr bedeutenden Verlust an Eigenwärme bewirken. Gerade die schlechtesten Wärmeleiter sind die wärmsten Kleider. Auch die Luft leitet die Wärme schlecht, — dies ist der zweite Grund, weshalb doppelte Kleider wärmer halten als einfache, selbst wenn sie zusammen nicht dicker sind, als dieses eine. Denn zwischen beiden

Kleidern befindet sich genau genommen noch ein drittes, nämlich jene warmhaltende Luftschicht. Am besten also, wir geben unseren Bedeckungen durch feine Vertheilung eine Form, in der möglichst viele Luftschichten sich halten: Hornspäne haben sich als vortreffliches Mittel bewährt, um darin eingehüllte Substanzen vor rascher Abkühlung zu schützen.

Auf diesem Grunde beruht die Wirkung der Haare und Federn. Sie selbst leiten, als hornige Gebilde, die Wärme schlecht; außerdem aber stagniren zwischen denselben eine Menge Luftschichten, und wirken warmhaltend auf die Haut, — es läßt sich begreifen, daß diese Wirkung sich steigert, je feiner die Haare und Federn sind. Sie wissen, wie der Pelzhändler seine Waare prüft: blasen Sie leise auf irgend eine Stelle eines Pelzes, und Sie werden zwischen längeren und steiferen Haaren (dem Vorstenhaar) feinere, weiche (das Wollhaar) entdecken. Jene finden sich in ihrer stärksten Entwickelung beim Schwein, diese beim Schaaf. Das Fell des Schweins ist bekanntlich zu Pelzwerk gar nicht zu gebrauchen, und auch ein Schaafspelz gehört nicht zu den besseren Sorten; auf der Feinheit nämlich und auf der gleichzeitigen Anwesenheit beider Arten von Haar beruht die Güte des Pelzwerks. Indem wir die Natur nachahmen, und die Thiere ihrer Kleider berauben, um uns selbst darein zu hüllen, ziehen wir die Pelze der im Winter erlegten Thiere als die dichteren vor, und zahlen namentlich für die aus hohem Norden zu uns kommenden Zobel und Eisfüchse hohe Preise, — beides Beweise, wie sehr auch dieser Punkt der thierischen Organisation durch den höheren oder niederen Grad der in den einzelnen Jahreszeiten und Breitengraden so verschieden vertheilten äußeren Wärme bedingt wird.

Auch der Vogel hat ein doppeltes Kleid. Die Fahnen der eigentlichen Federn (Deckfedern) bestehen aus Fasern, welche durch kleine Häkchen mit einander verbunden sind; dadurch entsteht an jeder Seite des Schaftes ein dichtes, zusammenhaltendes Gewebe, vollkommen geeignet, die Luft kräftig zu schlagen; gerade die Deck-

federn sind daher an Flügeln und Schwanz zu eigentlichen Schwungorganen ausgebildet. Zwischen diesen Deckfedern stehen an den dichter bekleideten Stellen feinere, weiche Federn, die Dunen, deren Seitenstrahlen nicht mit einander verbunden sind und durch kleine Knoten wie gegliedert erscheinen. Auf der Weichheit und Feinheit dieser Dunen beruht vor Allem die warmhaltende Wirkung des Vogelkleides. Auch diesen Vortheil weiß der Mensch sich anzueignen. Es ist Ihnen bekannt, daß die feinsten und besten Dunen von der Eidergans herrühren, einem Vogel, der an den Küsten Grönlands, Islands, auf Spitzbergen und an den Küsten Sibiriens brütet. Mehre Male im Jahre nehmen die Bewohner jener Gegenden die Dunen sammt den Eiern aus dem Neste, aber immer rupft sich der unverdrossene Vogel neue Dunen aus, um die Jungen weich und warm zu betten. Auch hier sind es wieder Thiere der Polarzone, die sich durch die wärmste Bekleidung auszeichnen.

Daß allein Säugethiere und Vögel mit Haaren und Federn bekleidet sind, wird Ihnen nicht mehr als ein Vorzug derselben erscheinen, sobald Sie bedenken, daß die Existenz der übrigen, der „wechselwarmen" Thiere nicht an eine beständige und gleichmäßige Durchwärmung ihrer Organe gebunden ist. Die Fische haben Schuppen und Schilder, eine Bekleidung, offenbar ganz geeignet, beim Andrang der Wogen, selbst beim Anprallen gegen feste Gegenstände dem Körper den einzigen Schutz zu gewähren, der für diese, eines bestimmten Wärmegrades nicht bedürftigen, Thiere wirklich nothwendig ist. Auch die Haut der Amphibien enthält, obgleich ganz nackt, einen Schutzapparat. Der Körper eines in Weingeist gesetzten Frosches oder Molches bedeckt sich augenblicklich mit ziemlich zähem Schleim, dem Sekret zahlreicher in der Haut verbreiteter Schleimdrüsen. Eine Zeit lang mag dieser Schleim den Körper gegen den Angriff von Flüssigkeiten schützen, die seiner Organisation nicht zusagen. Die Amphibien, die nicht in klarem Seewasser, oder in großen Strömen leben, sind wirklich wohl oft einer solchen Gefahr ausgesetzt: unsere Frösche und Wassermolche halten sich be-

kanntlich gern an Teichen und Gräben, einige sogar beständig in Sümpfen und Morästen auf, und gerade solche stagnirende Wasser nehmen durch die Verwesung zahlreicher darin enthaltener Organismen leicht eine der thierischen Organisation ungünstige Beschaffenheit an. — Die landbewohnenden Reptilien endlich (Schildkröten, Krokodile, Eidechsen, Schlangen) schließen sich durch ihre Schuppen und Schilder wieder näher an die Fische an. Auch ihre Bekleidung, die namentlich bei den Schildkröten ein wahres Hautskelett darstellt, bildet wie bei jenen eine Art von Panzer und liefert ihnen durch seine Festigkeit einen Ersatz für die geringere Schnelligkeit ihrer Bewegungen. — Aber allen diesen Bekleidungen, auch denen der Gliederthiere, Weichthiere und Strahlthiere geht der warmhaltende Charakter des Säugethier- und Vogelkleides ab, — ein Umstand, der sich, wie erst bemerkt, leicht daraus erklärt, daß die Existenz der wechselwarmen Thiere überhaupt nicht an das Festhalten eines bestimmten Wärmegrades geknüpft ist.

Drei Momente also sind es, wodurch sich einigermaßen die höhere und beständige Temperatur der Säugethiere und Vögel erklären läßt. Aber freilich nur einigermaßen, denn durch die dem Bedürfniß nach Wärme entsprechende Ernährung, durch die abkühlende Wirkung der Lungen- und Haut-Thätigkeit, durch das warmhaltende Haar- oder Federn-Kleid sind erst einige wenige der vielen Momente angegeben, wodurch der Körper gegen den Wechsel der äußeren Temperatur reagirt. Wir sind noch nicht einmal so weit, um die ganze Wirkung dieser drei Momente vollständig zu erkennen, und aus ihrer genau berechneten Größe auch genau den Wärmegrad herausrechnen zu können, den das Innere der warmblütigen Thiere zeigt. Bei einer solchen Berechnung müßte natürlich auch die jedesmalige Temperatur des umgebenden Mediums, das Wärmeausstrahlungsvermögen der Haut, und noch manche andere kleine Umstände in Betracht gezogen werden, die sich unserer Berechnung ganz entziehen. Aber schon mit dem ersten Schritte auf diesem

Wege ist viel gewonnen: er giebt uns wenigstens die Möglichkeit, Verhältnisse, die wir als fertig gegeben hinzunehmen gewohnt sind, zu verstehen, d. h. aus inneren Gründen zu erklären.

Diese beständige Temperatur der gleichwarmen Thiere erklärt uns noch manche andere Erscheinung. Sie wissen, daß alle Säugethiere und Vögel eine gewisse Sorge für ihre Jungen zeigen, und gerade dies ist ja einer der vielen Gründe, aus denen man häufig geneigt ist, beide Gruppen als höhere, vollkommenere und dem Menschen ähnlichere Wesen den übrigen Thieren, die um ihre Brut sich nicht bekümmern, gegenüberzustellen. Die Säugethiere gebären lebende Junge und säugen sie mit einem Sekret ihres eigenen Körpers, die Vögel legen Eier, brüten sie selbst aus und sorgen wenigstens die erste Zeit für Zufuhr der nöthigen Nahrungsmittel. Ein Gleiches findet sich bei keiner der übrigen Thierklassen: sie begnügen sich höchstens, ihre Eier an Orten abzusetzen, die deren Entwickelung begünstigen, aber eine eigentliche, noch nach dem Ausschlüpfen fortgesetzte Sorge wird niemals beobachtet. Doch würde es sehr verkehrt sein, jenes Verhalten den Säugethieren und Vögeln als einen Vorzug oder gar als eine Art Verdienst anzurechnen, worauf sich ein Anspruch auf eine höhere Stellung begründen ließe. Jenes Lebendiggebären, jenes Brüten der Eier hat nämlich lediglich seinen Grund in dem abweichenden Verhalten von Säugethieren und Vögeln gegen die Wärme. Eins fordert das Andere, und wenn Sie nach dem oben Gesagten den höheren Wärmegrad der gleichwarmen Thiere als ein reines Product ihrer besonderen Organisation betrachten werden, so wird Ihnen auch dies verschiedene Verhalten gegen ihre Brut nur als eine nothwendige Folge des ersteren, keineswegs aber als ein unerklärlicher aber einmal vorhandener Vorzug, als ein, so könnte man fast sagen, Vorzug „von Gottes Gnaden" erscheinen.

Zunächst nämlich müssen die im Körper eines warmblütigen Thiers erzeugten Keime nothwendig dieselbe Temperatur haben, wie die keimbereitenden Organe selbst. Aus diesen Keimen ent-

wickeln sich wieder Thiere, deren Existenz während des ganzen Lebens an eine gleichmäßige Durchwärmung ihrer Organe gebunden ist, — natürlich also, daß auch diese erste Entwickelung nicht erfolgen kann, wenn nicht schon in den ersten Perioden des Keimlebens jene Durchwärmung statt hat. Es muß demnach diese nöthige Wärme von außen zugeführt werden zu einer Zeit, wo der Wärme erzeugende Stoffwechsel des jungen Thieres sich erst einleitet. Das Vogelei enthält schon im Dotter und Eiweiß alle Bestandtheile, aus denen sich allmählich die Organe des Körpers formen; ein Verkehr mit der Außenwelt findet höchstens durch die Poren der Eischale in einem der Athmung analogen Austausch luftartiger Stoffe statt; eigentliche Nahrungsmittel, bei deren Umwandelung sich Wärme entwickeln könnte, werden von außen nicht aufgenommen. Es ist daher kein Vorzug des Vogels, daß er brütet: das Ei muß gebrütet, es muß von außen her erwärmt werden, — seine Existenz ist an diese Wärmezufuhr gebunden, weil die in seinem Innern erzeugte Wärme bei Weitem nicht die Höhe jener nothwendigen Temperatur von 30^0—33^0 R. erreicht. Ganz ähnlich ist es mit dem Säugethier, nur daß hier jene Durchwärmung und die durch sie möglich werdende erste Entwickelung im Körper des Mutterthieres selbst statt hat.

Sie werden jetzt leicht zugeben, daß ähnliche Verhältnisse bei den wechselwarmen Thieren nicht nothwendig sind: ist die Existenz eines Thieres nicht an einen bestimmten Wärmegrad gebunden, so wird dies auch mit seinen Eiern nicht der Fall sein. Aber nicht genug, daß eine Brütung hier unnöthig ist: sie ist überhaupt unmöglich, denn ein Thier, das selbst keine höhere und constante Temperatur entwickelt, kann sie auch nicht abgeben. Daher legen die kaltblütigen Thiere ihre Eier höchstens an Orte, die eine Zuleitung des zu ihrer Ausbildung erforderlichen geringen Wärmequantums von außen her möglich machen. Der Häring, der Stint, der Lachs steigen schaarenweise in die Flüsse hinauf, um ihren Laich an den seichten, von der Sonne leichter durchwärmten Stellen des Ufers abzusetzen;

die Eier der Frösche und Kröten flottiren an der wärmeren Oberfläche des Wassers hin und her, und fangen in den flachen Gewässern leicht die von außen eindringenden Wärmestrahlen auf. Die Schildkröten, Krokodile, Eidechsen, Schlangen legen ihre Eier an sonnigen Stellen in oder auf den durchwärmten Sand. So werden zahllose Insecteneier in faulenden organischen Stoffen durch die bei der Zersetzung frei werdende Wärme ausgebrütet; die Bremsen legen sogar ihre Eier in die Haut warmblütiger Thiere, und auch die Eier anderer wechselwarmer Thiere, bei denen eine solche Vorsorge nicht in die Augen springt, werden wenigstens in der wärmeren Jahreszeit gelegt. Der Mangel einer eigentlichen Brütung ist hier so durchgreifendes Gesetz, daß die Nachricht von einer Riesenschlange, welche brütend auf ihren Eiern gefunden sein soll, und bei welcher man gleichzeitig eine höhere Temperatur beobachtet haben will, wie eine wahre Wundermähr klingt.

Uebrigens schließt die niedere Temperatur der wechselwarmen Thiere keineswegs die Möglichkeit des Lebendiggebärens aus. Warum sollten Keime, die keiner höheren Temperatur bedürfen, als der Mutterleib besitzt, sich nicht auch in diesem entwickeln können? Wirklich sind auch dergleichen Fälle nicht so gar selten: unter den Reptilien bringt z. B. unsere Kreuzotter, unter den Amphibien der Feuersalamander, unter den Fischen einige Haie und Schleimfische lebende Junge zur Welt, und ähnliche Beispiele wiederholen sich unter den sogenannten wirbellosen Thieren in großer Fülle. Doch darf dies Lebendiggebären wechselwarmer Thiere nicht mit dem der Säugethiere verglichen werden. Bei diesen steht die junge Frucht im Leibe der Mutter mit der letzteren selbst in organischer Verbindung, und wird durch eigene Blutgefäße von ihr ernährt; erst mit der Geburt löst sich dieser Zusammenhang, obgleich auch dann noch das Mutterthier durch die im eigenen Körper producirte Milch die Ernährung fortsetzt. Das Ei einer lebendig gebärenden Kreuzotter, eines Salamanders, eines Haifisches bleibt dagegen während der ganzen Entwickelung vom Körper des Mutterthiers getrennt, und

nährt sich gleich dem jungen Vogel vom Dotter und Eiweiß. Hier ist die Entwickelung ein bloßes Ausbrüten des Eies im Körper des Mutterthieres, das eben so gut außerhalb des letzteren vor sich gehen könnte: beim Säugethier findet eine fortgesetzte Communication, eine sich beständig wiederholende Einwirkung des mütterlichen Individuums auf den Embryo durch Zufuhr von Nahrung und Wärme statt.

Sollte es nicht möglich sein, auch in das Verständniß jener Verschiedenheit zwischen Säugethier und Vogel einzudringen? Weshalb, so könnte man fragen, legt nicht auch das Säugethier Eier, gleich dem Vogel, und brütet sie aus durch seine Eigenwärme? Es ist immer mißlich, die Erscheinungen der Natur ohne weitere Frage nach ihrer Erklärung als fertig gegeben hinzunehmen, und eines Denkenden völlig unwürdig, sich mit einem armseligen „Es ist nun einmal so und nicht anders" zu begnügen. Wirklich müssen wir zugeben, daß der Natur einzelner das feste Land bewohnenden Säugethiere ein Eierlegen und Brüten nicht geradezu widersprechen würde. Dies Verhalten ist so wenig undenkbar, daß noch vor nicht gar langer Zeit selbst ausgezeichnete Forscher von einem derselben, dem Schnabelthiere, behaupteten, es lege Eier, bis spätere Entdeckungen diesen Irrthum berichtigten. Diese Möglichkeit wird aber immer nur für diejenigen Säugethiere zugegeben werden können, bei denen auch die zweite, bei warmblütigen Thieren vom Eierlegen nicht zu trennende Bedingung, die Brütung ausgeführt werden könnte. In diesem Falle ist aber eine ganze Abtheilung der Säugethiere, nämlich die der Hufthiere nicht. Eine Brütung ist nur ausführbar, wo eine wenn auch noch so kunstlose Lagerstätte, eine Art Nest bereitet werden kann. Dazu ist kein Pferd, kein Rind, kein Schaaf, überhaupt keines derjenigen Thiere im Stande, deren letztes Zehenglied durch einen hornigen Huf von oben, von den Seiten und von unten wie durch einen Schuh umgeben ist. Die Hufthiere, auch die Flossenthiere (Wale, Meerkühe, Robben), verhalten sich daher in

Bezug auf die Sorge für ihre Jungen ganz ähnlich wie die sogenannten „Nestflüchter" unter den Vögeln (Lauf-, Sumpf- und Schwimmvögel) und ziehen, wie diese, sehr bald mit den eben ans Tageslicht getretenen Jungen umher. Nur diejenigen Säugethiere, deren Füße die Form eigentlicher Pfoten und Hände haben, und deren letztes Zehenglied von einer Kralle oder einem Plattnagel bedeckt ist, können eine Lagerstätte bereiten, um in ihr die Jungen warm zu halten und zu nähren. Diese bilden eine Parallelgruppe zu den „Nesthockern" unter den Vögeln (den Luft- und Kletter-Vögeln), welche nicht sofort mit den eben ausgeschlüpften Jungen umherziehen, sondern sie bis zum Flüggewerden im Neste halten und ätzen.

Noch stärker als bei den Hufthieren tritt die Unmöglichkeit einer Brütung bei denjenigen Säugethieren hervor, die überhaupt das feste Land nicht besuchen. Ganz abgesehen von ihrer Unfähigkeit, sich eine Lagerstätte zu bereiten, sind die Wale, Delphine, Meerkühe so ständige Bewohner des Wassers, daß schon mit diesem ihren Aufenthaltsort eine Wiederholung des bei den Vögeln durchgehends befolgten Verhältnisses sich nicht vereinigen läßt.

Mit der Unmöglichkeit einer Brütung ist aber zugleich auch die Unmöglichkeit des Eierlegens dargethan, weil die Keime warmblütiger Thiere eben nothwendig der Brütung bedürfen. Huf- und Flossen-Thiere müssen also lebendig gebären. Die Natur aber erhebt diese für einzelne Gruppen der Säugethiere nothwendige Erscheinung auch für die ganze Klasse zum Gesetz.

Daß umgekehrt dies Verhalten der Säugethiere bei den Vögeln zur Unmöglichkeit wird, ergiebt sich einfach aus dem Umstande, daß die Trächtigkeit eine Schwerfälligkeit in den Bewegungen hervorruft, die der Organisation des leichteren, für die Luft bestimmten Vogels vollkommen widerspricht.

So greift Eins in das Andere. Die Ernährung, die Bekleidung mit Haaren und Federn, die Hautausdünstung, das Lebendiggebären oder das Brüten sind lauter Erscheinungen, die ihren letzten

Grund in dem constanten höheren Wärmegrad der Säugethiere oder Vögel haben. Dieser muß bewahrt werden, und es läßt sich denken, daß die Kräfte, welche die Natur aufbietet zu diesem Zwecke, sich steigern, sobald die Gefahr für seine Beständigkeit sich erhöht. In unserer Zone tritt diese Gefahr namentlich im Winter ein. Außer der die Eigenwärme bedrohenden Kälte stellt sich, was noch bedenklicher ist, durch den Schlaf der Pflanzenwelt auch Mangel an Nahrung ein, und es ist immer interessant zu erfahren, welche Mittel die Natur aufbietet, um gegen beide Gefahren ihre bedrohten Geschöpfe zu sichern.

Fragen wir uns selbst, wie wir gegen den Mangel und die Kälte des Winters uns wehren. Das Erste ist: wir legen Vorräthe an, — ein Mittel, das auch die Thierwelt nicht verschmäht. Wir haben früher gesehen, daß der Hamster durch diese dem Landmann gestohlenen Vorräthe zur wahren Landplage wird, wogegen andere Thiere geradezu für den Menschen sammeln, der ihre Magazine plündert. So die kleine Wurzelmaus im östlichen Sibirien, die in ihren unterirdischen Bauten ansehnliche Mengen (bisweilen gegen 20 Pfund) wohlgereinigter Pflanzenwurzeln anhäuft, und so ihre Existenz in einem Klima sichert, wo ein seßhaftes Leben nur bei der weisesten Oekonomie möglich ist. Die Tungusen zehren nach Pallas Berichten mehrere Monate an diesen Vorräthen.

Dies Einsammeln ist aber nicht allen Thieren möglich. Nur solche Substanzen lassen sich aufspeichern, die ohne zu verderben längere Zeit liegen können. Nur solche Thiere also können sich Wintermagazine anlegen, die sich von Getreide, Wurzeln, Nüssen, auch Baumrinden nähren. Fleisch und saftige Kräuter würden sehr bald in Verwesung übergehen, und nichts ist begreiflicher, als daß die Natur zur Rettung der Fleischfresser und der von frischen Blättern sich nährenden Hufthiere ein anderes Mittel in Anwendung bringt. Der Mensch greift zu ihm als zu seiner letzten Rettung: alle die Tausende, die alljährlich unser schönes Vaterland verlassen, um in anderen Zonen sich Nahrung und Behaglichkeit zu suchen, — sie

ahmen zahllosen Thieren nach, die ebenfalls wandern, wenn die Zeit des Hungers und der, die freie Bewegung lähmenden, Kälte hereinbricht. Die Schwalbe, die Nachtigall haben freilich keine andere Rettung: was hülfe es ihnen, wenn sie Tausende von getödteten Fliegen und Mücken zusammenhäuften, — in wenigen Tagen schon wären die Vorräthe verdorben. So wandert das Rennthier, so wandert, wie wir früher gesehen haben, überhaupt die Thierwelt des Nordens, sobald die schreckliche Winternacht der Polarzone eintritt. Zu großen Gesellschaften schaaren sich dann Thiere zusammen, die sonst höchstens paarweise zu leben gewohnt sind, gleich als ob ein größeres Häufchen von Instinkt auch leichter die größere Gefahr überwände. Mit nie fehlendem Ortssinn werden Hunderte von Meilen zurückgelegt; die Alten sind dabei immer die Lehrer der Jungen, und von Geschlecht zu Geschlecht erbt sich die Wanderlust, pflanzt sich die Erinnerung an den richtigen Weg fort.

Glücklich freilich, wer fliegen, wer wandern kann! Der arme Frosch, der nach dem Abzug seines Erbfeindes leicht aufathmend herausquakt aus dem Schilfe des Teiches, — auch ihn bedroht der Hunger, dem der flüchtige Storch eben glücklich entgangen. Die fetten Fliegen und Wasserspinnen, die bunten Käfer und Motten, die er niemals verfehlte, wenn er mit langem, wohlgezieltem Satze auf sie hinplumpte, sind plötzlich verschwunden, eine Reise gen Süden aber, — welch unmögliches Unternehmen. Ein Mensch in seinem Falle, unfähig auszuwandern, unfähig, sich Vorräthe zu sammeln, wäre des Todes: zur Rettung der Thierwelt wendet die Natur ein drittes Mittel an, womit freilich auch manchem unserer unglücklichen Brüder gedient wäre, die Hunger und Kälte bedrohen. Alle Thiere, deren Nahrungsquellen im Winter versiegen, und die gleichwohl im Sommer der kommenden Zeit nicht vorbeugen können durch eingesammelte Vorräthe, oder sich, Nomaden gleich, auf reichere Jagdreviere und bessere Weideplätze flüchten, verfallen in einen Zustand, in dem sie der Nahrung nicht bedürfen. Die Ernährung, die Hautausdünstung, die Athmung, kurz der ganze Stoffwechsel geht

langsamer vor sich, der Schlag des Herzens erfolgt in längeren Pausen, und ein wohlthätiger Schlaf nimmt die Sinne gefangen zu einer Zeit, wo der wachende Zustand den Tod bringen müßte.

Kaum aber haben die ersten Strahlen der Frühlingssonne die Eisdecke der Flüsse und Teiche gelöst und die ersten Knospen entfaltet, so kriechen aus tausend Schlupfwinkeln die erwachten Schläfer hervor, die Wanderer kehren zurück zum heimathlichen Neste, und der haushälterische Hamster, die sparsame Maus machen aufs Neue Anstalt, ihre Kammern zu füllen. Noch einmal wiederholt sich das ewig wechselnde Schauspiel des allgemeinen Umtriebes, der allgemeinen Bewegung: die Wärme macht ihre Gewalt als Hauptbedingung des Lebens geltend.

V.

Die Stufenfolge der Naturformen.

Im Jahre 1633 stand zu Rom ein Mann vor den Schranken des Inquisitions-Gerichtes, um wegen eines Verbrechens gegen die Majestät der Menschheit gerichtet zu werden. Es war Galiläi, der berühmte Entdecker der Jupiterstrabanten und der Pendelgesetze. Er hatte die Behauptung des Kopernicus zu vertheidigen gewagt, daß die Erde sich um die Sonne bewege.

Das war freilich ein Todesstoß für die menschliche Eitelkeit. Der Mensch, diese Summe aller irdischen Vollkommenheit, stand jener Zeit zu hoch, um überhaupt in das Bereich der übrigen Geschöpfe gezogen zu werden. Er war das Ziel, der Zweck des ganzen Weltgebäudes, und auf den Dünkel, der so gern in seinen angestammten Adel sich verhüllt, mußte es wahrhaft niederschmetternd wirken, daß die Erde, dieser Wohnsitz des Menschen, nicht das Centrum sei, um welches das Weltall kreisend sich bewege.

Spätere Forschungen haben den Hochmuth früherer Jahrhunderte hinreichend gedemüthigt. Wir wissen mit Bestimmtheit, daß die Erde ein Tröpfchen ist aus dem Meer der Welten, gleich den übrigen Planeten in gesetzmäßiger Bahn um die Sonne kreisend. Wir halten uns nicht mehr so hoch, daß wir außerhalb der Schöpfung zu stehen glauben, und lassen uns sogar herab, uns mit anderen Bildungen unseres Planeten zu vergleichen, unseren Bau nach demjenigen der Thiere zu messen.

Und wirklich, ein solcher Vergleich ist nicht nur erlaubt, er ist sogar nothwendig, um die Organisation des Menschen zu verstehen. Vergleichungspunkte ergeben sich aus jedem der menschlichen Körpertheile. Der Mensch hat keinen Muskel, keinen Knochen, keinen Nerven, kein Blutgefäß, das sich nicht auch im Thierreich, namentlich in der Abtheilung der Säugethiere, fände. Viele Punkte der menschlichen Organisation sind erst durch vergleichende, durch Thier-Anatomie deutlich geworden; die Heilkunde hat daraus große Vortheile gezogen, und gerade der Umstand, daß der Mensch sich nicht mehr als eine besondere, keinen Vergleich zulassende Art von Wesen betrachtet, hat für ihn selbst die besten Früchte getragen.

Aber gänzlich haben wir uns von jenem Stolz früherer Jahrhunderte noch nicht losmachen können. Der Mensch, das giebt Jeder jetzt zu, steht nicht außerhalb der Schöpfung, aber immer noch nach der herrschenden Meinung über derselben. Eine große Stufenleiter hat man aus den Formen der Natur gebaut, auf deren oberster Sprosse gerade er seinen Platz hat. Einige beginnen dieselbe schon mit den Gesteinen, andere lassen Mineralien und Pflanzen als bei diesem Vergleich nicht zu berücksichtigende Gebilde für sich, und bauen erst aus den einfachsten thierischen Organismen die untersten Sprossen. Von Form zu Form, von Stufe zu Stufe soll die Reihe der Naturkörper sich immer höher erheben, um erst mit dem Menschen, als der vollkommensten Bildung ihre Vollendung zu erreichen. Nebenbei bewundert man den regelmäßigen Gang der Natur, die nie „sprungweise" verfahre, sondern in ganz allmählichen Uebergängen das Vollkommnere fein über das Unvollkommene ordne. — Wir werden bald sehen, daß die Natur sehr unschuldig zu dieser Art von Bewunderung kommt, und daß ihr gerade in dieser Ansicht ganz erstaunliche Sprünge zugemuthet werden.

Ursprünglich hat diese Ansicht ihren Grund in der Beschränktheit unserer Kräfte. Unfähig, mit einem Blick das Ganze zu überschauen, mit einem Gedanken das All zu durchdenken, klammern

wir an das Einzelne, an die Formen uns an, jetzt diese, später eine andere betrachtend. Diesen langsamen Gang menschlicher Forschungen übertragen wir auf die Natur, hinter einander ihre Formen hinstellend im System, wie wir sie nach einander aufzufassen gewohnt sind.

Die menschliche Eitelkeit thut das ihrige, um eine Ansicht zu stützen, bei der wir selbst den ersten Platz bekommen. Wir fühlen uns unendlich groß, wenn wir von unserer Höhe aus in langer, langer Linie alle die armen, unvollkommenen Geschöpfe sehen, die so gar weit hinter unserer eigenen Vortrefflichkeit zurückbleiben.

Und wie schön, daß wir diese Stufenleiter fort und fort bauen können! Die Phantasie zimmert uns eine Art umgekehrter Jakobsleiter daraus, auf der nicht die Engel herniederfahren vom Himmel, sondern auf der der Mensch durch die Stufe der höheren Geister hinaufreicht bis zur Gottheit. Wir müssen freilich die Armen beklagen, deren Glaube einer so morschen Leiter bedarf.

Die Stufenleiter ist ein Werk der Naturphilosophen; aber bedeutende Naturforscher haben an ihrem Bau mitgearbeitet. (Oken, Lamarck, Blainville, Geoffroy St. Hilaire u. A.) Die physische Bildung der Organismen hat die Materialien dazu liefern müssen, und der Mensch wird auf die höchste Stufe gestellt, nicht allein wegen seiner geistigen Vorzüge, sondern namentlich wegen seiner in der größten Harmonie am vollkommensten entwickelten Organe.

Dieser Grund ist aber falsch, die Organe des Menschen sind um nichts vollkommener als die der Thiere. Ein Sperling entdeckt auf den ersten Blick ein 80 Schritt entfernt am Boden liegendes Waizenkorn. Ein Kondor riecht das Aas, von dem er sich nährt, in einer Entfernung von mehreren Meilen. Die Geschwindigkeit einer Wandertaube ist so groß, daß sie in 14 Tagen um die Erde fliegen würde. Menschen starben in Schlesien und Irland vor Hunger, während die Waldbiene an ihren vollen Vorrathskammern zehrte, der Frosch den nahrungslosen Winter

verschlief, die Schwalbe ihn auf besseren Jagdrevieren zubrachte. Die Viper macht sich durch ihren Giftzahn gefährlich, der Zitteraal schleudert seiner Beute electrische Schläge durch das Wasser zu. Die Thiere haben Sinne, haben Waffen, die die Natur dem Menschen nicht verlieh.

Wir kommen nicht durch mit diesem Vergleich einzelner Organe; wir finden immer Thiere, bei denen diese noch vollkommener sind, als beim Menschen.

Oder sind etwa, wie Oken behauptete, die Organe des Menschen mehr im Gleichgewicht mit einander, als die der Thiere? Ist der Flügel eines Adlers auch nur um einen Zoll zu lang oder zu kurz für das Körpergewicht, das er bewegen, für die Geschwindigkeit, mit der er es forttreiben soll? Betrachten Sie irgend ein Thier in seiner Lebenssphäre: Der Körper des Hechts ist glatt, mit abgerundeten Ecken, von dachziegelartigen Schuppen bedeckt, ohne weit hervorragende, beim Schwimmen Widerstand leistende, Gliedmaßen, also ganz geeignet, um leicht durch das Wasser dahinzugleiten. Die Wirbelsäule ist elastisch, kann leicht durch die starken Seitenmuskeln hin und her gebogen werden, um durch die von Rücken- und After-Flosse unterstützte Schwanzflosse kräftige Schläge auf das Wasser zu thun. Brust- und Bauchflossen sind mit darauf berechnet, um den Körper bald mit Blitzesschnelle vorwärts zu treiben, bald todtenähnlich in Ruhe zu stellen, wie die Natur des lauernden Raubthiers es erfordert. Das ganze Maul ist ausgekleidet mit spitzen, kegelförmigen Zähnen, sehr geeignet die Beute zu packen, die nicht gekaut, sondern ganz hinuntergeschlungen wird. Der Magen, die Eingeweide sind ganz auf Fleischnahrung berechnet, die Linse im Auge sehr gewölbt, wie die stärkere Brechung des Lichtes im dichteren Element es fordert. Das Ohr ist auf die Modification des Schalls, die Nase auf die der Gerüche im Wasser berechnet. Keines der Organe versagt je seinen Dienst, wird je durch die Thätigkeit anderer in seiner Wirkung gestört. — Die Bildung jedes Thieres zeigt aber dasselbe, wie

dies einzelne Beispiel: auch im thierischen Körper sind die Organe im vollkommensten Gleichgewicht.

Der Fehler, den man bei dem Vergleich der Thiere untereinander und mit dem Menschen immer beging, ist der, daß man eben jeden Organismus als eine absolut gegebene Größe betrachtete. Es ist aber die Form eines jeden nicht etwa an und für sich zu verstehen, sie ist das Product des Elementes, worin es lebt, der Luft, die es athmet, der Nahrung, von der es sich erhält, der Gefahren, die seine Existenz bedrohen. Wir nennen die Pfoten der Katze vollkommener, als die Flossen des Hechtes; aber ist es wohl erlaubt, diese Bildungen zu vergleichen, ohne zu berücksichtigen, daß jene klettert, dieser im Wasser lebt? Eine Idee, ein Bildungsplan liegt den verschiedenartigsten Formen zu Grunde, aber in verschiedener Weise modificirt sich diese Idee; sie paßt sich bald dem Wasser bald der Luft, dieser oder jener Nahrung, der Tropensonne oder der Polarzone an; sie prägt sich je nach den Umständen in verschiedenen Gestalten aus. Diese Verhältnisse, die Umgebung, die Lebenssphäre muß mit in Betracht gezogen werden, dann stellt sich das Urtheil über ihre größere oder geringere Vollkommenheit ganz anders. Der Maulwurf kann nicht fliegen, die Taube nicht schwimmen, der Hecht nicht graben. Jedes ist unvollkommen in einem fremden Element, in einer fremden Lebenssphäre, aber durchaus vollkommen in der seinen.

Auch der Körper des Menschen ist ein Product seiner Lebenssphäre, auch er darf nicht mit diesem oder jenem Organismus verglichen werden, ohne gleichzeitig den Lebens-, den Wirkungskreis zu berücksichtigen, dem er gehört. Dieser ist das Bestimmende, — nur schade freilich, daß die geistige Bewegung, auf die wir immer bei solchen Vergleichen geführt werden, kein naturhistorischer Charakter ist, mit dem sich eine Stellung im natürlichen System begründen ließe.

Freilich hat man versucht, auch diesen Charakter zu benutzen. Die Empfindung und der Wille, diese beiden Hauptmerkmale thierischen Wesens haben ihr Organ im Gehirn. Sollte nicht die vollkommnere Bildung des Gehirns uns ein Mittel geben, um den höheren Rang des Menschen zu retten? Man hat diesen Weg betreten, und, wie es schien, mit großem Erfolg. Man hat das Gehirn der verschiedenartigsten Thiere gewogen, die Gewichte mit einander verglichen, und immer fiel der Ausschlag der Wage zum Vortheil des Menschen aus. Das Gehirn eines Thunfisches betrug $\frac{1}{37440}$ seines Körpergewichtes, eines Hechts $= \frac{1}{1305}$, einer Quappe $= \frac{1}{720}$, einer Landschildkröte $= \frac{1}{2240}$, eines Salamanders $= \frac{1}{380}$, eines Adlers $= \frac{1}{160}$, einer Taube $= \frac{1}{91}$, eines Elephanten $= \frac{1}{500}$, eines Schaafs $= \frac{1}{351}$, einer Ratte $= \frac{1}{82}$, einer Katze $= \frac{1}{38}$; einiger Affen z. B. eines Gibbon $= \frac{1}{48}$, eines Winselaffen $= \frac{1}{25}$ (Carus). Das Gewicht eines Menschengehirns beträgt dagegen $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ seines Körpergewichtes.

Sehen wir ganz davon ab, daß bei einer Anordnung der Thiere nach diesen Gewichtsverhältnissen des Gehirns eine gar sonderbare Stufenleiter zum Vorschein kommen würde, da sich dann Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische bunt durch einander gruppiren müßten. Die Hauptsache ist, daß man bei dieser Methode ganz das Fundament zu stützen vergaß, worauf sie beruht. Denn wer mag beweisen, daß die Wage auch für geistige Größe das richtige Maaß ist, und daß die höhere geistige Entwickelung gerade an die Masse der Nervenröhren des Gehirns gebunden ist? Wie reimen wirs ferner mit dieser Methode zusammen, daß das Gewicht eines Kindesgehirns im Verhältniß zu dem seines Körpers viel größer ist, als das eines Erwachsenen?

Die Function der einzelnen Gehirnpartien ist uns fast gänzlich unbekannt, und wir sind völlig in Unkunde über die Weise, wie in diesem Organ durch Vermittelung der Materie geistige Bewegungen erzeugt werden. Unsere Kenntnisse vom Bau des Gehirns erstrecken sich ferner fast allein auf dessen Um-

grenzungen, und bis jetzt hat es noch nicht gelingen wollen, eines der Knäuel von Nervenröhren zu entwirren, die seine Masse zusammensetzen. Noch viel weniger aber kennen wir die Bedeutung einzelner Nervenröhren und den Antheil den dieselben an der Gedankenbildung haben. — Alle diese Fragen müssen aber erst mit genügender Sicherheit gelöst sein, ehe wir im Stande sein werden, in dieser oder jener Bildungsform des Gehirns ein Abbild einer höheren oder niederen geistigen Entwickelung zu erblicken.

Die äußere Umhüllung des Gehirns bildet der Hirnschädel. Dieser ist gewissermaßen ein Abdruck des in ihm liegenden Organs, aber freilich kein ganz getreuer Abdruck, da die Dicke seiner Wandungen nicht immer der Entwickelung des letzteren entspricht. Ueber dem Auge z. B. ist eine blasenförmige Auftreibung, der Augenbrauenknorren, der dasselbe bei den Säugethieren vor einem von oben herabfallenden Hieb oder Stoß schützt, bei einigen sogar in der Form von Stirnzapfen (Hörner- und Geweih-Bildung) zu einer wirklichen Angriffswaffe sich herausbildet. Diese Auftreibungen, die nicht bei allen Thieren, auch nicht bei allen Menschen gleich stark sind, müßten schon in Abzug gebracht werden, wenn man aus der Form des Schädels die des Gehirns errathen wollte. Nehmen Sie noch hinzu, daß nicht bei allen Individuen die Schädeldecke gleich stark ist, und daß, wie erst erwähnt, unsere Kenntnisse von der Structur und der Bedeutung der einzelnen Hirnpartieen äußerst gering sind, so werden Sie es erklärlich finden, daß die Kunst der Phrenologen, aus der Beschaffenheit der Schädeldecke auf diese oder jene Befähigung schließen zu wollen, bei den deutschen Physiologen keinen rechten Anklang hat finden wollen.

Mit dem Hirnschädel in nächster Beziehung stehen einige Knochen, die dem Kieferapparat, andere, die den Sinnesorganen angehören. Man kann daher an dem Schädel der Wirbelthiere einen Hirntheil, einen Freßtheil und einen Sinnestheil unter-

scheiden. Da der erstere allein, wie eben bemerkt, zu einer Ueber- und Unter-Ordnung nicht ausreicht, so könnte die Frage entstehen, ob nicht das Größenverhältniß vom Hirntheil zum Kiefertheil ein Mittel dazu liefert; jener dient ja der geistigen Bewegung, dieser der Ernährung des Thieres, beide entsprechen also ganz entgegengesetzten Sphären des Thierlebens. In der That zeigt der erste Blick auf mehre Schädel, daß bei den Thieren das Gebiß bei weitem größer ist in Vergleich mit dem Hirntheil, als beim Menschen, und daß auch unter den letzteren die Kiefern des Negers viel weiter vortreten, als die des Europäers. Camper erfand ein sehr einfaches Mittel, um dies Größenverhältniß in Zahlen auszudrücken. Er zog eine Linie vom Ohr bis zur Nasenwurzel (auf den Figuren durch D N bezeichnet), eine andere von der Nasenwurzel bis zur Stirn (G M auf den Abbildungen), und maß den Winkel, den diese beiden Linien mit einander bilden. Beim Europäer beträgt der Gesichtswinkel 80 Grade, beim Neger 70, beim Orang-Utang 58 Grade; bei den übrigen

Fig. 26.

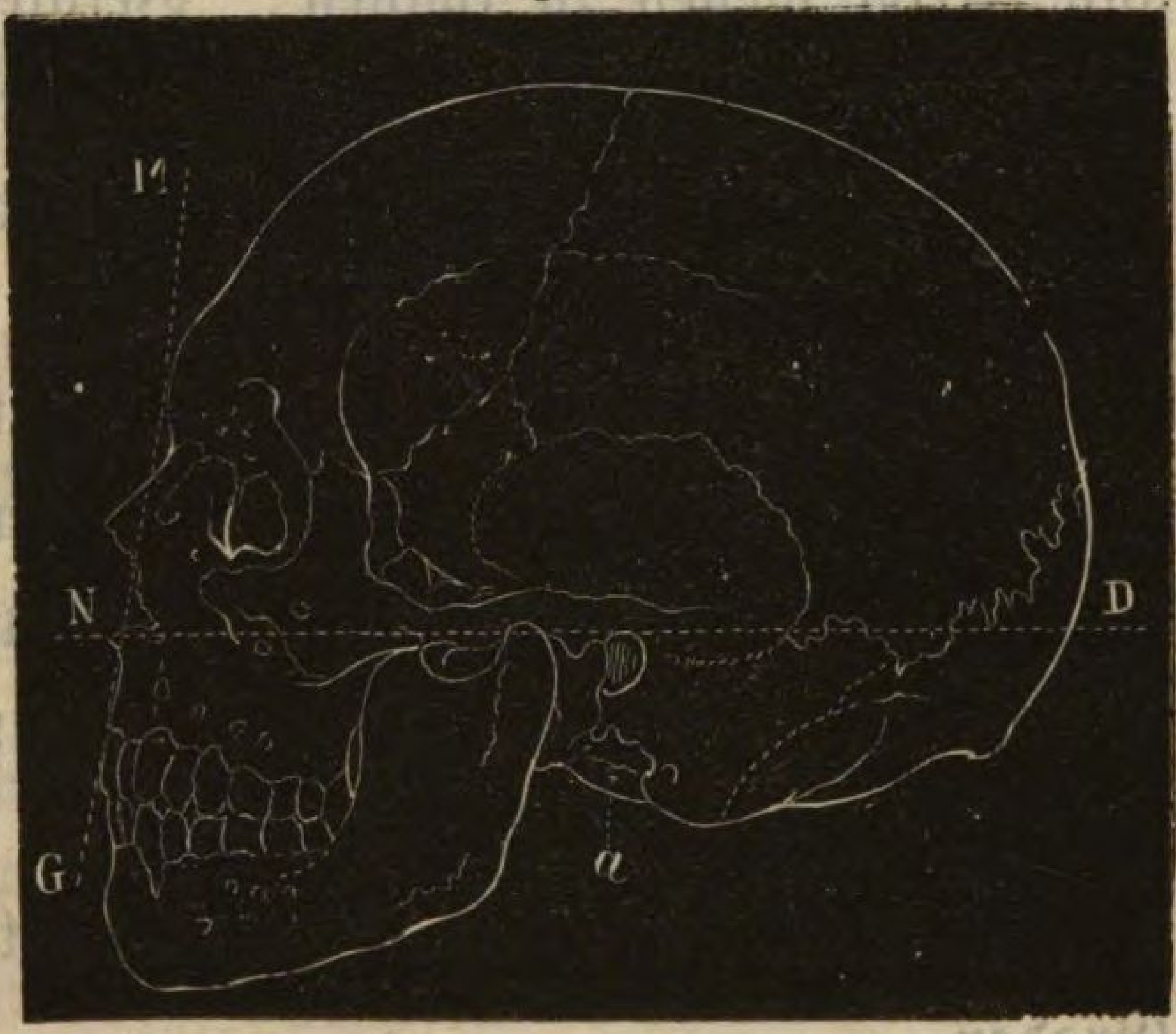


Fig. 27.

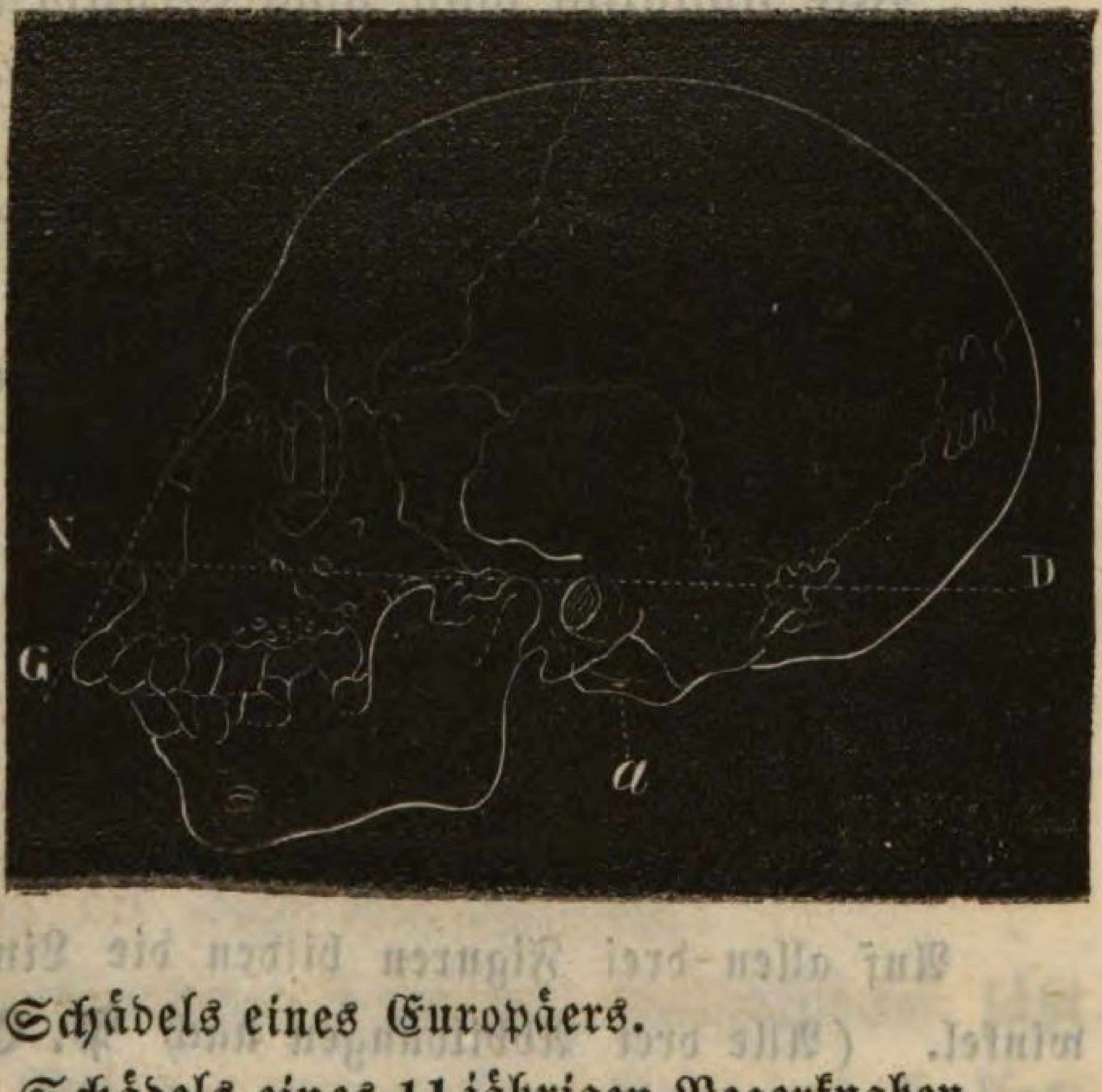


Fig. 26. Contouren des Schädels eines Europäers.
Fig. 27. Contouren des Schädels eines 11 jährigen Negerknaben.

Fig. 28.



Säugethieren und bei den Vögeln sinkt die Größe desselben noch viel beträchtlicher. Dies scheint demnach ein physischer Ausdruck für die höhere oder niedere geistige Entwickelung zu sein, und leicht taucht die eben aufgegebene Hoffnung wieder auf, dieselbe, wenn auch nicht nach Pfunden und Lothen, doch mit Winkelmaaß und Cirkel messen zu können. Vergleichungen haben indessen gezeigt, daß auch diese Art von Stufenleiter sich nicht durch alle Thierformen durchführen läßt; selbst auf den Menschen ist diese Abschätzungsmethode nicht anwendbar, weil nach ihr ebenfalls der kindliche Zustand der vollkommnere sein würde. Gerade auf dem erst berührten stärkeren Massenverhältniß des Kindesgehirns beruht es, daß hier der Gesichtswinkel um einige Grade höher ist, als bei Erwachsenen. — Die Alten übertrugen diesen kindlichen Zustand auf die Darstellungen ihrer Heroen und Götter. Die antiken Statuen zeigen einen Gesichtswinkel von 95 bis 100 Graden.

Wie ängstlich man nach Gründen gesucht hat, um die Vollkommenheit des Menschen vor den übrigen Geschöpfen durch den physischen Bau zu erweisen, ergiebt sich noch an folgendem Punkt. An der unteren Fläche des Schädels liegt ein großes Loch, das sogenannte Hinterhauptsloch, durch welches die Nervenmasse des Gehirns in das Rückenmark übergeht. Bei den Affen liegt dasselbe nicht mehr ganz an der unteren Fläche, in der Mitte der Schädelbasis, sondern ist schräg nach hinten und unten geneigt.

Fig. 28. Contouren des Schädels eines Orang-Utang.

Auf allen drei Figuren bilden die Linien MG und ND den Gesichtswinkel. (Alle drei Abbildungen nach P. Camper über den natürl. Unterschied der Gesichtszüge.)

Beim Löwen rückt es ganz nach der hinteren Fläche; beim Delphin ebenfalls und nimmt eine ganz vertikale Stellung an; bei einem Walfischschädel werden Sie dasselbe sogar schräg nach hinten und oben gerichtet finden. — In dieser Verschiedenheit fand man abermals eine Stütze für die Stufenleiter. Die unvollkommensten Wirbelthiere soll man daran erkennen können, daß das Hinterhauptsloch ganz nach hinten gerichtet ist, bei den vollkommneren rücke es weiter nach unten, bis es beim Menschen eine ganz horizontale Stellung in der Mitte der Schädelbasis annehme.

Auch hier sah man für ursprünglich an, was doch nur die Folge einer anderen Bildung ist. An jeder Seite des Hinterhauptsloches liegt bei den Säugethieren ein Gelenkhöcker. Diese Höcker greifen in vertiefte Pfannen des ersten Halswirbels ein, und stellen, wenn deren zwei vorhanden sind, wie bei den Säugethieren und Amphibien, eine Art Charniergelenk vor, wodurch es möglich wird, den Kopf in vertikaler Richtung zu neigen oder aufzurichten; eine Drehung in seitlicher Richtung wird durch die Verschiebung der Halswirbel bewirkt. Ist, wie bei den Vögeln und Reptilien, nur ein Gelenkhöcker vorhanden, so bildet dieser eine Art Kugelgelenk, durch welches sowohl die Neigung, als auch die Drehung gleichzeitig ausgeführt werden kann. Immer aber bezeichnen die Gelenkhöcker den Punkt, um welchen die Drehung des Kopfes erfolgt. Eben deshalb aber ist an ihre Lage auch die des Hinterhauptsloches gebunden, denn durch letzteres hindurch gehen die zarten Stränge des Nervenmarkes; diese aber werden in unmittelbarer Nähe der Gelenkhöcker, d. h. des Drehungspunktes, offenbar viel weniger einer durch die Wendung des Kopfes möglichen Verletzung ausgesetzt sein, als in größerer Entfernung von denselben. Rücken also die Gelenkhöcker weiter nach hinten, so muß auch das Hinterhauptsloch nachfolgen: jene sind, wie es scheint, das Erste, nicht aber die Lage des letzteren.

Aber auch für die verschiedene Lage der Gelenkhöcker läßt sich der Grund ermitteln. Bei der wagerechten Lage des Halses,

z. B. beim Delphin, müssen dieselben offenbar deshalb an der hinteren Fläche des Schädels ihren Platz haben, weil das Gesicht und überhaupt die Sinnesorgane nach vorn, gerade aus gerichtet sein müssen. Das Gesicht würde nach unten gerichtet sein, wenn die Gelenkhöcker (und mit ihnen das Hinterhauptsloch) wie beim Menschen an der Schädelbasis lägen. Umgekehrt würden beim Menschen die Augen auf eine die Sicherheit des Körpers sehr beeinträchtigende Weise nach oben gerichtet sein, wenn an seinem Schädel die Gelenkhöcker in der Weise wie beim Delphin geordnet wären. Die aufrechte Stellung des Menschen ist es also, wodurch die Lage der Gelenkhöcker und des Hinterhauptsloches

Fig. 29.



Fig. 29. Kopf und Hals des Löwen (Felis leo L.).

a Lage der Gelenkhöcker und des Hinterhauptsloches. Auf Fig. 26, 27, 28 bezeichnet *a* ebenfalls die Lage der Gelenkhöcker und des Hinterhauptsloches.

(Nach **Pander** und **d'Alton** Skelette der Raubthiere Taf. I).

bedingt wird; bei dem Löwen mit mehr geneigtem Halse müssen beide nothwendig mehr nach hinten, beim Delphin ganz an die hintere Fläche rücken.

Mit dieser Stellung des Körpers hängt noch eine dritte Bildung zusammen, die man ebenfalls gewöhnlich als eine ursprüngliche zu einer Rangordnung der Säugethiere benutzt. Das Gehirn des Menschen besteht aus zwei großen Hauptabtheilungen, dem großen Gehirn (Fig. 30, A) und dem kleinen Gehirn (Fig. 30, B), von denen das letztere an der hinteren Hälfte des ersteren, ganz unter dessen Lappen versteckt liegt. Beide Abtheilungen tragen zur Bildung des verlängerten Markes (Fig. 30, D) bei, welches, durch das Hinterhauptsloch austretend, in dem Kanal des Rückgrats als Rückenmark (C) sich fortsetzt. Es versteht sich von selbst, daß bei Thieren, deren Hinterhauptsloch nicht an der unteren, sondern an der hinteren Fläche des Schädels liegt, auch das verlängerte Mark mehr nach hinten rücken muß. Das kleine Gehirn, welches dem letzteren ebenfalls starke Stränge (E) liefert, muß natürlich auch mit folgen; so kommt es, daß bei den Affen mit geneigtem Hals schon ein Theil desselben, bei dem Delphin mit wagerechtem Körper ein viel größerer hinter dem großen Gehirn liegend erscheint, wenn man von oben in die Schädelhöhle hineinblickt. — Sehr verkehrt würde es sein, diese Lage einer Rangordnung der Säugethiere zu Grunde zu legen; die Lage der Gelenkhöcker, des Hin-

Fig. 30.



Fig. 30. Senkrechter Durchschnitt eines Menschengehirns.
A. Das große Gehirn. — B. Das kleine Gehirn. — D. Das verlängerte Mark, außerhalb des Schädels in das Rückenmark C übergehend.

terhauptsloches und des kleinen Gehirns wird durch die mehr oder minder aufrechte Stellung des Körpers bestimmt.

Diese ist also das Wichtigste. Und wirklich ist die aufrechte Haltung des Körpers ein wesentlicher Vorzug des Menschen, — aber nur so weit, als auch die geneigte Stellung des Affen es für diesen, die wagerechte Lage es für den Walfisch ist. Dem Walfisch, dem Delphin würde die aufrechte Stellung ebenso hinderlich sein in ihrem Elemente, wie die Lage des schwimmenden Wassersäugethiers für den Menschen in seiner Lebenssphäre. Wichtig, ja, nothwendig ist ihm seine aufrechte Haltung namentlich deshalb, weil sie ihm den freien Gebrauch der Hände verstattet, dieser Organe, durch die er Alles erreicht, was er von der Außenwelt zu fordern hat, die ihm das Gebiß des Haifisches, den Schnabel des Falken, die Krallen des Löwen, die Rollzunge des Ameisenbären, den Greifschwanz des Brüllaffen, den Rüssel des Elephanten entbehrlich machen. Ohne sie wäre es ihm nicht möglich, sein Lebensziel zu erreichen. — Aber nur lächeln kann man zu den Uebertreibungen, womit der, mit der Vollkommenheit aller irdischen Bildungen nicht zufriedene Sinn, die eigenen Gedanken der Natur anzudichten bemüht ist. „Der Mensch", so hört man sagen, „ist das einzige Wesen, das durch seine aufrechte Stellung zum Himmel emporblickt, und durch seinen Körper schon auf eine Zukunft hingewiesen wird, die jenseits dieser Erde liegt." Es geht hier, wie so oft, wenn man durch materielle Beweise das Fundament des Glaubens stützen will. Betrachten Sie einen Hund, eine Katze, und Sie finden leicht, daß der Mensch nicht mehr vom Himmel übersieht, als diese Thiere: nach vorn ist sein, nach vorn ist das Gesicht fast aller Thiere gerichtet, denn die Wächter der thierischen Existenz, die Sinnesorgane, müssen nothwendig nach der Seite gerichtet sein, nach welcher der Körper sich bewegt. Mit einer entsetzlichen Verrenkung des Rückgrats würde es verbunden sein, wollten wir den ganzen Himmel, oder auch nur so viel davon übersehen, als ein Frosch oder eine Scholle beständig überblicken.

In ihren nach oben gerichteten Augen haben diese Thiere jene doch gar zu körperliche „Hinweisung auf den Himmel" noch viel deutlicher ausgeprägt als der Mensch.

Gerade für die Verfechter der Stufenleiter ist die „Zweckmäßigkeit der natürlichen Bildungen" ein Lieblingsthema. Man bewundert es, daß bei der Construction des menschlichen, des thierischen Körpers keines der großen und kleinen physikalischen Gesetze unberücksichtigt geblieben ist, die wir bei unseren Instrumenten und Maschinen anzuwenden pflegen. Am Skelett ist die Verbindung der einzelnen Knochen, die Anheftung der Muskeln, die Größe und Stärke jedes noch so kleinen Theils genau so geordnet, daß eine möglichst große Kraft oder eine möglichst große Bewegung mit den geringsten Mitteln erzielt wird. Die Bildung und Zusammensetzung der einzelnen Theile des Auges ist der Art, daß das Bild der Außenwelt mit möglichster Schärfe auf die Netzhaut fällt. Je tiefer wir eindringen in die mikroskopische Structur der einzelnen Theile, um so klarer wird es, daß auch das feinste Material so gewählt ist, wie die normale Function der Organe, wie das Bestehen des Organismus durch das Zusammenwirken seiner Theile es erfordert. Aber ist die Bezeichnung zweckmäßig richtig für Bildungen, die nicht anders sein können und dürfen? Ist es zweckmäßig, daß die Beine so gebildet sind, daß wir damit gehen können? Oder daß die Augen so eingerichtet sind, daß wir damit sehen, die Ohren so, daß wir damit hören können? Ist es zweckmäßig, daß wir essen, wenn uns hungert, daß uns hungert, wenn der Körper neuer Nahrungsstoffe bedarf?

In Einem Gedanken, dem Gedanken der physischen Existenz liegt alles Uebrige. Das Auge, das Ohr, jedes einzelne Organ muß eine für seine Function genau passende Bildung haben, und diese ihre Bildung ist nicht zweckmäßig, sie ist nothwendig, gefordert eben durch die Existenz selbst.

Die Polypen haben keine Augen. Hätten sie welche, so würde es nicht an Bewunderern derselben fehlen. „Wie zweck-

mäßig", würde man sagen, „daß auch die kleinen Polypen Augen haben; ohne sie würden sie ihre Fangärmchen vergebens ausstrecken nach Nahrung, würden diese nicht finden, nicht ergreifen können." Aber die Polypen haben keine Augen, und können doch ihre Nahrung finden und ergreifen, denn die von mikroskopischen Thierchen wimmelnde Fluth selbst führt ihnen dieselbe in reichlicher Menge zu. Die Augen fehlen, denn sie sind nicht nothwendig; die Natur bildet Alles, was nothwendig ist, aber nur dieses. — Und jetzt? Statt fortzufahren in der Bewunderung, wozu doch wohl einiger Anlaß da wäre, bricht man in Declamationen aus über die „Unvollkommenheit" der Polypen, halb und halb als auf gottvergessene Geschöpfe auf sie herabsehend; gerade als ob nicht ihre Weise der Erhaltung eben so vollkommen wäre, wie die der anderen Thiere. Oder ist es nicht ein Zeichen ihrer Vollkommenheit, daß sie mit ihrem einfachen Körperbau in ihrer Lebenssphäre sich eben so gut erhalten, wie diese in der ihrigen?

Eine Vorstellung der Kindheitsstufe ist es, wenn man sich den schaffenden Geist Gottes so bildet, wie die Fabel ihn auffaßt: in scherzender Willkür hier ein rothes Fleckchen, dort ein gelbes, hier Flügel und Federn, dort Flossen und Schuppen austheilend. Bei dieser Ansicht allein könnte man sich wundern, daß kein Fehlgriff geschah, könnte man von einer „zweckmäßigen" Vertheilung reden.

Man finde nicht einen Angriff auf den Schöpfer darin, daß wir behaupten, „unabweisbare Nothwendigkeit" habe die Gestalt der Schöpfung bestimmt. Derselbe zwingende Grund, der das höchste Wesen abhalten muß, das Böse zu wollen, muß es auch abhalten, das Unvollkommene zu wollen. Denn gut ist eben nur, was vollkommen ist.

Gerade bei der Ansicht von der Stufenleiter legt man der Gottheit solche Fehlgriffe zur Last, indem man von „minder vollkommenen" Geschöpfen spricht, und meint, daß einzelne geringere

Gaben erhalten haben, als andere. Keine Ansicht enthält einen so directen Angriff auf den Schöpfer, als die, die in der Annahme höherer und niederer Geschöpfe eine Hintenansetzung auch nur eines einzigen derselben statuirt.

Alle Organismen sind vollkommen, sind gleich vollkommen, denn jeder vermag sich zu behaupten mit seinen Mitteln in seiner Lebenssphäre. Keines ist bevorzugt, keines zurückgesetzt. Genau sind die Mittel eines jeden auf diese Lebenssphäre berechnet, nicht in zweckmäßiger, sondern in der von dieser als nothwendig geforderten Weise.

Viele Entstellungen von Thatsachen hat es übrigens erfordert, um die Sprossen jener Stufenleiter an einander zu leimen. Was sich von selbst nicht fügen wollte, ward zurecht gestutzt und mit Gewalt zusammengestellt. So kann es freilich nicht fehlen, daß die Mühe der Arbeit sich durch die Vorliebe für das eigene Machwerk bezahlt macht.

Man pflegt bei dieser Ansicht von „Uebergangsformen" zu reden. Jede Form, jede Stufe sei ein Mittelglied zwischen der vorhergehenden und der folgenden, jede Gruppe von Naturkörpern theile sich in die Charaktere derjenigen, zwischen denen sie ihren Platz habe.

Es ist wahr, die verschiedenartigsten Formen zeigen häufig eine auffallende Aehnlichkeit, sind mit einander durch irgend welche Punkte ihrer Organisation verwandt. Aber diese Verwandtschaft hat in zweierlei Umständen ihren Grund. Entweder darin, daß es eben eine gemeinschaftliche Idee ist, die in verschiedenartigen Gestalten verkörpert sich darstellt; in diesem Falle bedingt natürlich das ursprünglich Gemeinschaftliche auch in der abweichenden Gestaltung eine unverkennbare und wahrhafte Verwandtschaft. Oder zwei verschiedenartigen Typen wird durch dasselbe Element, dieselbe Nahrung, dasselbe Klima eine äußerliche Aehnlichkeit aufgeprägt, die bei genauer Betrachtung als das minder Wesentliche sich ergiebt.

Ein Beispiel: Der Walfisch ist ein Säugethier, er hat aber die Form eines Fisches. Sollte dies etwa eine solche Uebergangsform sein, entstanden durch Theilung in die Charaktere von zwei verschiedenen Thierklassen? Gewiß nicht! Der Walfisch ist ein Säugethier, nicht in einigen, sondern in allen Punkten seiner Organisation; er hat warmes Blut, athmet durch Lungen, gebiert lebende Jungen, welche mit Milch gesäugt werden; er hat von den eigentlichen typischen Charakteren des Fisches nicht mehr, als jedes andere Wirbelthier. In diesem gemeinschaftlichen Charakter, in dem Besitz einer gegliederten, das Rückenmark einschließenden Wirbelsäule, begegnet sich allerdings seine Form mit der des Fisches, aber auch mit der eines Amphibiums, Reptiliums und Vogels. Die äußere Form ist nicht entscheidend, sie ist das Product des Elementes, das den verschiedenartigsten Typen dasselbe Gepräge aufdrückt. Gerade derselbe Grund, weshalb der Fisch eine fast walzenförmige, biegsame Gestalt haben muß, ohne stark hervorragende, dem Wasser beim Schwimmen Widerstand leistende Ecken und Vorsprünge, macht sich auch bei der äußeren Gestaltung der Wale, der Delphine, der Meerkühe geltend. Dabei wird die eigentliche Organisation des Säugethiers bewahrt; sie kleidet sich für die Luft in die Gestalt der vogelähnlichen Fledermaus, sie nimmt im Wasser die Form an, die dies Element verlangt. So steigt auch der Vogeltypus in der Form des Pinguins zum Wasser herab: aber wer wollte in dessen mit Federschuppen bedeckten Flügeln einen Uebergang zu den Fischen finden? Jede Form bewahrt fest und unveränderlich den Typus ihrer Gruppe, der sich nur den verschiedenartigen Elementen und Lebensbedingungen in der gerade für diese nothwendigen Gestalt des Körpers und der Organe anpaßt.

Bei den meisten Zoologen ist allerdings von den Walen als einer Uebergangsform nicht mehr die Rede. Aber die fühlbare Lücke zwischen den Fischen einerseits und den Säugethieren und Vögeln andererseits forderte um so mehr zur Bildung einer anderen Durch-

gangsgruppe auf, als bei einer Stufenleiter von einer Lücke nicht die Rede sein darf. Da muß denn nun die Klasse der Amphibien aushelfen. Die Molche, Blindwühlen, Frösche, Schildkröten, Krokodile, Schlangen, Eidechsen besitzen sehr wenige wahrhaft gemeinschaftliche und durchgreifende Charaktere. Dieses Schwanken in dem Besitz von solchen Merkmalen, die bei anderen Thiergruppen gerade als feste Klassencharaktere auftreten, veranlaßte die Ansicht, es haben sich überhaupt bei den Amphibien noch keine festen, positiven Charaktere herausgebildet, diese Klasse habe sich als Durchgangsgruppe in die Merkmale der Säugethiere, Vögel, Fische getheilt.

Mit jener Schwierigkeit, für alle oben genannten Thierformen durchgreifende, positive Merkmale zu finden, hat es allerdings seine Richtigkeit, aber sie hat nicht ihren Grund in einer Theilung der Eigenthümlichkeiten der Fische mit denen der Säugethiere und der Vögel, sondern ganz einfach darin, daß wir es hier statt mit einer, mit zwei Thierklassen, den Amphibien und Reptilien, zu thun haben, die sich natürlich nicht durch gemeinschaftliche Klassencharaktere zusammenfassen lassen. Jede dieser beiden Abtheilungen steht für sich als eine vollkommen scharf bestimmte Gruppe da, und ist durch so durchgreifende Merkmale *) von der anderen geschieden, wie kaum die Klasse der Säugethiere von derjenigen der Vögel. Alle jene Schwierigkeiten schwinden natürlich im Augenblick, sobald man die Abtheilung der Wirbel-

*) Die Amphibien haben eine schuppenlose, mit Schleimdrüsen besetzte Haut; einen doppelten Gelenkhöcker am Hinterhaupt; keine Schnecke und kein rundes Fenster im Ohr; sie legen zahlreiche, schalenlose Eier ins Wasser (Laich), athmen in der ersten Zeit des Lebens durch Kiemen, später durch Lungen, und machen eine Verwandlung (Metamorphose) durch. — Die Reptilien haben eine mit Schuppen oder Schildern bedeckte Haut; einen einfachen Gelenkhöcker am Hinterhaupt; eine Schnecke und das runde Fenster im Ohr; sie legen hartschalige Eier aufs Trockene, athmen beständig durch Lungen und machen keine Verwandlung durch.

thiere nicht aus den Linné'schen vier Klassen, sondern aus fünf bestehen läßt: Säugethieren, Vögeln, Reptilien, Amphibien, Fischen. Jede derselben ist ein gleichberechtigter Ausdruck des Typus „Wirbelthier" und steht so fest und bestimmt da in der Natur, daß ein Uebergang der einen in die andere nicht gedacht werden kann.

Das Wort „Uebergang" ist überhaupt für die Verfechter der Ansicht von der Stufenleiter ein sehr bequemes und fruchtbares Wort. Es bezeichnet nicht nur den allmählichen Durchgang aus der einen Gruppe in die andere der Form nach, in ihm liegt zugleich auch ein Uebergehen der Zeit nach. Geoffroy St. Hilaire und Lamarck haben wirklich behauptet, daß sich eine höhere Form im Lauf der Jahrhunderte oder Jahrtausende allmählich aus einer niederen entwickelt habe.

Die Geologie lehrt allerdings, daß nicht alle Formen der Organismen gleichzeitig auf der Erde ins Leben getreten sind. Von den Wirbelthieren z. B. finden sich in den untersten und ältesten Schichten der Gebirge nur versteinerte Fische, und zwar in Formen, die denjenigen der Gegenwart sehr unähnlich sind. In den höheren und jüngeren Lagen gesellen sich zu den Fischen noch Amphibien und Reptilien, selbst Vögel und Säugethiere. Diese letzteren nehmen aber in den obersten und jüngsten Schichten nicht nur an Zahl der Individuen und an Mannigfaltigkeit der Arten bedeutend zu, sondern werden auch den Formen der Gegenwart um Vieles ähnlicher. Versteinerungen von Menschen finden sich nirgends.

„Seht hier", rufen nun alle diejenigen aus, die so gern ihre eigenen Ideen in der Natur bewundern und beklatschen, „seht hier den weisen Gang, den der Schöpfer einschlug, um die Erde allmählich für das höchste Geschöpf derselben, den Menschen, vorzubereiten. Durch unvollkommene Zustände und niedere Formen hindurch ward die Erde, ward das organische Leben geführt; aber diese Formen konnten eben wegen ihrer Unvollkommenheit nicht

bestehen. Sie waren eben nur nothwendig, um aus ihnen heraus das Vollkommnere zu bilden."

Sehen wir bei diesem Versuche, den Schöpfer zu verherrlichen, ganz davon ab, daß die Verfechter jener „Entwickelung des Erdballs und seiner Organismen" einem Steinmetzen das höchste Wesen vergleichen, der erst den groben Klotz formen müsse, um erst aus ihm heraus, nach vieler vergeblichen Mühe, nach tausend fehlerhaften Versuchen die Form darstellen zu können, die das Ziel der ganzen Arbeit gewesen. Aber das Eine ist doch noch sehr die Frage, ob wirklich jene untergegangenen Schöpfungen so unvollkommen waren, wie man sie machen will.

Es ist gern möglich, daß die Formen der Vorzeit, plötzlich in die Gegenwart versetzt, sich wirklich jetzt als „unvollkommen" erweisen und bei den jetzigen Lebensbedingungen nicht behaupten würden. Die Temperatur der Luft war wenigstens in den ersten Perioden der Schöpfung viel höher, ihr Gehalt an Wasserdunst und an Kohlensäure viel größer, die Beschaffenheit des Erdbodens und der Gewässer abweichend von denen der Gegenwart. Möglich also, daß die von den Organismen der Jetztzeit zum Theil so abweichenden Gestalten der Vorwelt sich in der Gegenwart nicht behaupten würden. Aber gerade die Lebensbedingungen *ihrer* Zeit genügten ihnen vollkommen; wir haben ja in ihrem versteinerten Unrath und ihrer versteinerten Brut die handgreiflichsten Beweise, daß sie lebten, daß sie sich ernähren und fortpflanzen konnten. Die jedesmalige Schöpfung war vollkommen, weil sie den jedesmaligen Lebensbedingungen in jeder Hinsicht entsprach, — gerade unsere jetzigen Organismen würden damals höchst unvollkommen gewesen sein.

Als noch kein Festland aus dem Urmeer hervorgetreten war, konnte sich der Typus der Wirbelthiere eben nur in den Formen von Fischen oder höchstens Amphibien ausprägen. Säugethiere und Vögel konnten erst ins Dasein treten, als größere Inselgruppen sich aus dem Wasser erhoben hatten. So konnte es

keine Affen geben zu einer Zeit, wo Schachtelhalme und Farrenkräuter die Hauptmasse der Vegetabilien ausmachte, keine Bienen, bevor es Gewächse gab mit Honigdrüsen in offenen Blüthen. So wahrscheinlich es also ist, daß die Gestalten der Vorwelt jetzt nicht würden leben können, so gewiß ist es, daß der Mensch und viele Thiere der Gegenwart zur Zeit der Steinkohlenformation eine sehr traurige Rolle gespielt haben würden.

Erst sehr allmählich, in Zeiträumen, für deren Länge wir kein Maaß haben, änderten sich die Lebensbedingungen. Eben so allmählich mögen wohl die Organismen, deren Bau eben nur für jene berechnet war, ausgestorben sein; andere, für die neuen Lebensbedingungen eben so vollkommen, traten an ihre Stelle; zu jeder Zeit entfaltete sich organisches Leben in allen gerade möglichen Formen. Sollten die Lebensbedingungen sich im Laufe der Zeit nochmals ändern, so würde jedenfalls auch die jetzige „vollkommenste" Schöpfung untergehen, und ein späterer Agassiz würde auf sie als eine sehr unvollkommene herabsehen.

Dabei ist es durchaus nicht ausgemacht, daß der Mensch wirklich das jüngste Geschöpf der Erde sei. Nur von äußerst wenigen Thierarten der Gegenwart möchte es sich beweisen lassen, daß sie schon vor dem Menschen gelebt haben. Aus neueren Untersuchungen sehr gründlicher Forscher scheint sogar hervorzugehen, daß wahrscheinlich noch in der jetzigen Epoche der Erdbildung neue Thierarten (Mollusken) ins Leben getreten sind.

Fassen wir nun die Art, wie nach den Ansichten einiger Forscher die Entwickelung der gegenwärtigen Formen aus den früheren stattgefunden haben könnte, etwas genauer ins Auge, so lassen sich nur zwei Weisen denken.

Entweder es sind nach Jahrtausenden plötzlich einmal aus den Eiern einer Art nicht Geschöpfe dieser Art selbst, sondern einer andern, z. B. aus den Eiern eines Karpfens nicht wieder Karpfen, sondern Frösche geworden. Nun wird aber aus dem

Ei eines Karpfens nicht einmal ein Hecht, viel weniger aber ein Frosch, sondern immer wieder ein Karpfen. Diese Ansicht läßt sich nur stützen durch die Hypothese, daß die Natur in urvordenklichen Zeiten andere Kräfte gehabt habe, als jetzt, und mit dieser Annahme freilich ließe sich Alles beweisen. Wir dürfen aber nur nach den Erscheinungen der Gegenwart einen Schluß auf die Vergangenheit wagen; es hieße, den Boden der Beobachtung verlassen, wollte man die Bildungen der Vorzeit nach einem uns fremden Maaßstabe messen.

Nur scheinbar spricht für diese Ansicht, daß noch jetzt aus dem Ei eines Schmetterlings nicht wieder ein Schmetterling, sondern eine Raupe wird; denn die Raupe kehrt nach ihrer Verpuppung wieder zur Form des Schmetterlings zurück, und zwar zur Form derselben Art, welche das Ei gelegt hatte. Die neuesten Untersuchungen über den Generationswechsel haben ferner gezeigt, daß allerdings die Nachkommen einzelner Thierarten durch mehrere Generationen hindurch der Form des Stammthieres durchaus unähnlich sind, aber nach allen Beobachtungen, die wirklich bis zu Ende geführt werden konnten, erfolgt endlich doch immer die Rückkehr zur ursprünglichen Art.

Die zweite mögliche Weise einer solchen Fortentwickelung wäre die, daß die Eigenthümlichkeiten einer Form sich im Laufe der Zeiten allmählich abgeändert und in diejenigen einer anderen Art umgewandelt hätten. Die auf einander folgenden Generationen einer Fischart z. B. hätten nach und nach immer mehr von der Natur eines Molches, eines Frosches angenommen; so seien zunächst Mittelformen entstanden, denen die Merkmale beider Abtheilungen gemeinsam gewesen sein müßten, aus diesen aber durch fortlaufende Entwickelung andere, bis endlich die Stufe des Amphibiums glücklich erklommen sei. Wirklich scheint es solche Mittelformen zu geben. Es giebt Fische, welche neben ihren Kiemen auch Lungen besitzen, und Amphibien, die mit dauernden Kiemen

behaftet sind. Aber rücken wir auch die beiden Klassen so nah wie möglich an einander, und vergleichen die fischähnlichsten Amphibien mit den amphibienähnlichsten Fischen, immer bleibt die letzte Schranke so hoch, daß ihre Ueberwindung nur durch einen Sprung möglich geworden sein könnte, wie ihn die Gegenwart an keinem Beispiel zeigt. Und doch sind dies noch zwei Thierklassen, zwischen denen eine Vermittelung noch am wenigsten schwierig erscheint. Daß aber im Laufe der Zeiten allmählich die Form des kaltblütigen, eierlegenden Amphibiums in die eines warmblütigen, lebendig gebärenden Säugethiers, oder daß die eines Reptiliums in die Form eines Vogels sich umgewandelt haben könne, ist eine Behauptung, die nur bei einer gänzlichen Nichtachtung der bestehenden Klassencharaktere aufgestellt werden kann. Das Einzige, was die Geschichte des Erdballs uns lehrt, ist, daß Formen untergegangen, und daß, bei Veränderung der atmosphärischen und klimatischen Verhältnisse unseres Planeten, andere an ihre Stelle getreten sind. Eine von dieser Thatsache gar verschiedene Annahme ist es, daß diese neuen Formen aus jenen alten sich entwickelt hätten; keine einzige Beobachtung spricht zu ihren Gunsten.

Immer bleibt es bei dieser Entwickelung einer Form aus einer anderen räthselhaft, wie die ersten, „unvollkommensten" organischen Wesen entstanden seien. Hier tritt dann die Hypothese der Urzeugung helfend ein, welche dieselben von selbst, d. h. durch das bloße Zusammentreten ihrer materiellen Bestandtheile entstehen läßt. Zur Vertheidigung dieser Ansicht verschanzt man sich hinter den Formen, deren Entwickelung überhaupt noch nicht bekannt ist, z. B. hinter der überaus dunklen Entstehungsart der Infusionsthiere und der Eingeweidewürmer; diese sollen ebenfalls, wie jene ersten Organismen aus organischem (?) Schleim, nicht aber durch Zeugung gleichartiger Aeltern entstehen. Auch dies letzte Bollwerk für die Lehre von der Stufenleiter ist aber durch die Entdeckungen der Neuzeit mächtig erschüttert worden. Von

immer mehreren Organismen, welche die Forscher früherer Zeiten von selbst entstehen ließen, ist der normale Entwickelungsgang entdeckt; in den auffallendsten Wechseln von Formen, auf früher nie geahnten Wegen gelangen die Keime von Thieren zur Entwickelung, die früher als die Hauptstützen der Lehre von der Urzeugung galten. „Vergleichbar dem Schild des Gottfried, welcher die Zaubereien der Armida löste, muß der Schild des Generationswechsels und der Metamorphose jedem scheinbaren Zauber der Natur hartnäckig entgegengehalten werden, so lange eine Spur von Hoffnung ist, ihn zu lösen.“ „Wir kennen bis jetzt keine einzige Beobachtung von primitiver Zeugung in der actuellen Welt, weder außer den organischen Körpern, noch in ihnen“, — sagt Johannes Müller, und sicher ist es dem jetzigen Zustande der Wissenschaft viel angemessener, unsere Unkunde über den Entwickelungsgang vieler sogenannten niederen Thiere bescheiden anzuerkennen, als den Schleier, den vielleicht spätere Forschungen lüften werden, fortzuleugnen sammt Allem, was dahinter verborgen sein könnte.

Die große Vorliebe, mit der beständig an dieser im Lauf der Zeiten eingetretenen Umwandelung einer Form in die andere festgehalten wird, erklärt sich sehr einfach aus dem ganz natürlichen Wunsche, die Natur, so viel wie irgend möglich, aus ihr selbst zu erklären, und sich gegen jede außerhalb derselben stehende, und doch in sie eingreifende Gewalt mit allen zu Gebote stehenden Kräften zu wehren. Das Wunder der Schöpfung ist nicht zu begreifen, man sucht es daher zu umgehen, aber man thut es, indem man in diesem Uebergehen einer Form in die andere ein anderes, eben so großes Räthsel an seine Stelle setzt.

Die große Zahl von Naturkörpern, die durch ihre Aehnlichkeit und Verwandtschaft sich von selbst als die vermittelnden Bindeglieder verschiedenartiger Typen darzustellen scheinen, hat ihren Grund in dem unendlichen Reichthum von Ideen, die auf alle erdenkliche Weise concrete Form gewonnen haben.

Man könnte das organische Leben nicht unpassend mit einem Baume vergleichen, dessen Wurzeln hinabreichen in die von Luft umgebene, von Wasser durchtränkte Erde, um aus ihr das materielle Substrat seiner Bildung zu ziehen. Der Stamm ist die ursprüngliche Idee, der Gedanke materieller Gestaltung, die sich weiter und weiter spaltet in allen nur denkbaren Modificationen. Alle nur möglichen *) Formen sind auch wirklich ausgeführt, der Begriff der Möglichkeit fällt in der Natur mit dem der Wirklichkeit zusammen. Diese Erschöpfung aller Möglichkeiten war aber nothwendig. Denn in tausend und aber tausend Formen, in allen möglichen Nüancen mußten in Thieren, Pflanzen, Steinen jene Ideen verkörpert ins Dasein treten, wenn das große schöpferische Wort „Es werde!" in seiner vollen Kraft zur Wirklichkeit werden sollte. Dies, der alle Möglichkeiten physischer Gestaltung umfassende Gedanke materiellen Daseins, ist das Erste und Ursprüngliche, das nach allen Richtungen sich verbreitend, auch die letzten Verzweigungen in sich enthält. Diese letzten Endzweige sind die Formen selbst, die concreten Ausdrücke jener Ideen, in ihrer Verschiedenartigkeit nicht nur bedingt durch die Verschiedenheit der Elemente, der Nahrung, der äußeren Umstände, sondern auch in der Mannigfaltigkeit der Grundgedanken, die in dem ursprünglichen Schöpfungswort eingeschlossen liegen.

Eben diese beiden letzten Umstände aber, denen gerade das tausendfarbige Bild der Natur seinen in allen Tönen schillernden Glanz verdankt, bewirken ein Hinüberstreifen der einen Form an die Eigenthümlichkeiten einer andern, und lassen das schwache menschliche Auge da Uebergänge finden, wo im Grunde nur Verwandtschaft in der Idee, oder Aehnlichkeit in der Ausführung verschiedenartiger Ideen ausgeprägt ist.

---

*) Es versteht sich von selbst, daß hier nur von dem die Rede sein kann, was practisch möglich ist.

Es wäre die Aufgabe der allgemeinen Zoologie und der allgemeinen Botanik, jeden einzelnen Organismus als eine besondere Modification einer, verschiedenen Formen gemeinschaftlichen, Grundidee hervortreten zu lassen. Ihre Lösung würde die Aufstellung eines natürlichen Systems bis in seine letzten Verzweigungen sein, und zugleich die einfachste Widerlegung jener Ansicht von der Stufenleiter enthalten.

Von dieser Lösung sind wir aber noch gar weit entfernt; noch immer giebt es nicht ein, sondern mehre natürliche Systeme. Das ist aber ganz erklärlich. Denn gar zu nahe liegt die Versuchung, die einzige Führerin auf diesem Wege, die Beobachtung gegebener Thatsachen, zu verlassen, und, den eigenen Ansichten folgend, statt des Verständnisses der Natur eine Construction derselben aus der Idee zu versuchen. Kühne Geister haben sich nicht gescheut, diesen gefahrvollen Pfad zu betreten, aber gleich warnenden Kreuzen zeigen die begangenen Irrthümer auf den nahe liegenden Abgrund, und schrecken zurück vor dem allzudreisten Wagniß, mit menschlichen Kräften den schöpferischen Bildungsgang der Natur wiederholen zu wollen *).

Von den vorliegenden Thatsachen, von den bestehenden Formen, als dem einzig Gegebenen müssen wir ausgehen, und fest halten an dem, was der langsame Gang der Erfahrung enthüllt hat. Aus diesem erst darf zurückgeschlossen werden auf

---

*) Als zu Ende des vorigen und im Anfange dieses Jahrhunderts von Olfers und andere Astronomen in dem Weltraum zwischen Mars und Jupiter nach einem neuen Planeten suchten, von dessen Dasein sie aus mathematischen Gründen überzeugt waren, bewies Hegel in seiner Schrift de orbitis planetarum, daß dieser Theil des Weltraums als leerer Raum philosophisch nothwendig sei. In demselben Jahr (1801), in welchem Hegels Schrift erschien, entdeckte Piazzi die Ceres. Seitdem sind bekanntlich namentlich in der letzten Zeit fast jährlich neue Planeten gerade da entdeckt, wo Hegel sich einen leeren Raum als philosophisch nothwendig construirt hatte.

das Erste und Ursprüngliche, auf den inneren Zusammenhang der materiellen Formen zu einem ideellen Ganzen. Immer wird es dann erlaubt sein, die so gewonnenen Resultate auch wieder rückwärts zu ordnen, und im Systeme selbst die Formen als das Letzte hinzustellen, die ja nur für unseren, durch sinnliche Vorstellungen sich nährenden Geist das Erste sind.

VI.

Der Kreislauf der Materie.

1.

Die Hauptbahn oder der große Kreislauf.

Der Satz „Alles ist vergänglich" ist eine jener Modephrasen, die sich zu allem Möglichen gebrauchen lassen. Haben wir irgend eine schöne Hoffnung begraben, — gleich tönt uns die Erinnerung an die Vergänglichkeit alles Irdischen als schaler Trost entgegen; sind wir im Glück, so fehlt es nie an krächzenden Unglückspropheten, die jene Wahrheit uns vorhalten als Warnung vor dem nahen Verlust. Der Schwärmer begräbt sich in ein Kloster, weil diese Welt des Wechsels seinem Streben nach bleibenden Gütern nicht entspricht; der Genußsüchtige taumelt von Lust zu Lust, um möglichst viel von den vergänglichen Gütern sich anzueignen, ehe der allgemeine Wechsel auch ihn dahinrafft. Die Veränderlichkeit alles Bestehenden ist eine so ausgemachte Sache, daß eine Unterhaltung darüber nicht zum guten Ton gehört: es langweilt uns, viele Worte wegen eines Umstandes zu machen, den jede Stunde, jede Minute uns von selbst vor die Seele ruft.

Wirklich, Alles ist vergänglich! Alle 30 bis 40 Jahre sinken tausend Millionen Menschen unter die Erde, in noch kürzerer Zeit vollenden die meisten thierischen Wesen ihr Dasein, und die wenigen Riesen der Pflanzenwelt, die Jahrtausende über-

dauernd zu uns herüberragen aus der Vorzeit, — weshalb staunen wir sie an, als weil es überrascht, einmal Formen zu finden, die der allgemeinen Vergänglichkeit trotzten?

Aber auch das Gegentheil ist wahr. Keines der Atome ist verloren gegangen aus den Milliarden von Menschenleibern, die vor uns dahinstarben; wohl zerfällt nach dem Tode das Thier, die Pflanze durch die Verwesung, aber Tausende von Gewächsen trinken in dem aufsteigenden Moderduft die Nahrung ihres eigenen Körpers, zahllose Thiere finden in dem zerstörten Organismus die Stätte ihrer Entwickelung. Die Materie läßt sich nicht erzeugen, nicht vernichten, sie ist ewig, und mit demselben Recht können wir behaupten: „Nichts ist vergänglich!"

Oder sind etwa die Ideen vergänglich, die der Materie in jeder Form ihre konkrete Gestalt geben? Der Grundplan thierischer Bildung, die Idee pflanzlicher Gestaltung wiederholen sich mit jedem neuen Geschlecht. In den untersten Lagen unserer Gebirge, die zuerst sich niederschlugen als fester Boden aus dem Alles bedeckenden Urmeer, finden wir versteinerte Fische, krebsartige Trilobiten, Muscheln und blumenähnliche Haarsterne. Sehen Sie hier, in den ältesten Schichten der Erdrinde schon die Repräsentanten aller vier Typen der thierischen Gestaltung, der Wirbelthiere, Gliederthiere, Weichthiere, Strahlthiere. Dies sind die Grundideen, nach denen noch jetzt alle Thierkörper ausgeführt sind: in bestimmte Formen sich kleidend haben sie in verschiedenartiger Weise sich modificirt. Die Formen selbst wurden hier und da verschüttet durch die Berge, die sich allmählich aus dem Urmeer emporhoben, die Individuen wurden begraben und versteinert durch jede neue Schicht festen Bodens, der sich langsam niederschlug aus der Flüssigkeit: aber auf dem neuen Boden lebten die alten Ideen weiter in neuen Formen; auf dem hervorgetretenen Festlande bildeten sie sich aus zu landbewohnenden Vierfüßlern, in der zum Leben jetzt geeigneten Luft zu zahllosen

Vögeln und Insecten. Sie werden auch ferner fortleben in neuen Gestalten, den Wechsel der Formen überdauernd.

Ewig ist die Materie, ewig sind auch die Ideen, die in sie als ihr Gewand sich kleiden. Vergänglich ist allein das Individuum, d. h. der einzelne vor uns stehende Fall, in dem die Materie durch die schöpferische Idee zur bestimmten Gestalt wird.

Wenn aber die Materie eine und dieselbe ist von Anbeginn her, so könnten wir fragen: Ist sie auch eine und dieselbe in allen verschiedenartigen Körpern, die uns vorliegen, und rühren diese Verschiedenheiten nur daher, daß bald so, bald anders der Grundstoff aller Bildung sich zusammenfügt?

Fast scheint es so. Eisen, Blei, Sauerstoff, Kohle sind für uns verschiedene Körper, wir können aus Eisen kein Blei, aus Blei kein Eisen bilden, — aber könnte die Schuld hieran nicht in uns liegen? Weshalb soll es durchaus verschiedene Grundstoffe, mehrere Materien geben, da wir doch die Schwäche unserer Sinne kennen? „Möglich" so schlossen wir früher, „daß alle die verschiedenen Kräfte der Natur, die Gravitationskraft, die elektrische, magnetische, chemische Kraft nur verschiedene Modificationen einer und derselben Kraft sind, welche das All beherrscht, und in der Bewegung der Doppelsterne und Sonnensysteme eben so thätig ist, wie in dem zu einer konkreten Gestalt krystallisirenden Wassertropfen." Möglich auch, daß alle die Grundstoffe, auf deren Verschiedenheit unsere Sinne uns hinweisen, nicht wesentlich von einander verschieden, daß sie nur besondere Zustände, besondere Modificationen einer und derselben Grundmaterie sind, die das Baumaterial aller physischen Gestalten bildet. Wir schließen auf die Verschiedenheit der zahlreichen Grundstoffe aus den Resultaten unserer Sinne, unserer Instrumente. Aber sind unsere Instrumente vollkommen, sind unsere Sinne untrüglich?

Die neuere Zeit hat diese Art von Speculationen über das Wesen der Materie, welche die Forscher früherer Jahre ausschließ-

lich beschäftigten, glücklich abgestreift. Unbefriedigt durch das Anstarren des Gebäudes von außen, durch das resultatlose Hin- und Herreden über seine etwaige Zusammensetzung hat der ungeduldige Sinn dreist das Gebäude selbst zertrümmert. Das war der einzige Weg, um die Natur seines Gefüges, um die Form seiner Bausteine zu ergründen. Eine neue Wissenschaft, die Chemie, aus alchymistischen Träumereien seit der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entstanden, beschäftigt sich ausschließlich mit dem Wesen der Materie. Die Naturkörper sind zerlegt und weiter zerlegt, immer in der Hoffnung, endlich die Grundmaterie aller Bildungen zu finden. Mit ungeheuren, nie geahnten Resultaten ist das Streben der Chemiker gekrönt worden, aber dies letzte Baumaterial alles Bestehenden ist nicht gefunden. Immer stoßen wir auf einzelne Stoffe, die sich nicht zerlegen lassen, auf einzelne Grundpfeiler, so fest zusammengefügt, daß keine Kraft ausreicht, sie in ihre Bestandtheile zu zersplittern. Diese Stoffe sind für uns „Grundstoffe, Elemente", wir zählen deren jetzt Einige und Sechzig. Ob es späteren Forschern gelingen wird, den festen Cement zu lösen, der vielleicht die allgemeine Grundmaterie zu ihren Formen zusammenhält? Wir wissen es nicht. Für uns sind sie verschieden und kein Raisonnement hilft uns über ihre Verschiedenheit hinweg.

Aber auch dies Resultat ist groß, ist überraschend. Betrachten Sie die unendliche Mannigfaltigkeit der Gestalten des Steinreichs, der Pflanzenwelt, des Thierreichs, — ist es nicht schon ein gewaltiger Fortschritt in dem Streben nach Einheit, zu wissen, daß diesem unermeßlichen Chaos physischer Bildungen nur 60 verschiedene Stoffe zu Grunde liegen? Welch wunderbarer Reichthum von Ideen, der mit so wenigen Bausteinen eine solche Fülle von Formen ins Dasein rief!

Daß die Frage nach den Formbestandtheilen des thierischen und des Pflanzenkörpers vor allen Dingen den Eifer der Gelehrten in Anspruch nahm, läßt sich begreifen. Man war ge-

faßt auf eine große Mannigfaltigkeit von Bildungsstoffen. Wie verschieden sind schon die Substanzen unseres eigenen Körpers: das Horn der Nägel und Haare, die Fleischsubstanz, der Krystallkörper im Auge, die Nervenröhren, die Häute der Adern und Eingeweide, das Fett! Nehmen Sie dazu die einzelnen Pflanzentheile: die Blattsubstanz, das Holz, das Mark, die Rinde, die Wurzelfasern, die duftenden Blüthentheile, die bald schmackhaften, bald widerlichen Früchte. Sollte man es glauben, daß fast allen organischen Stoffen, wo und wie sie sich finden, vier Elemente zu Grunde liegen? Wirklich treten hier und dort nur wenige andere Stoffe hinzu, und auch sie in so geringer Menge, daß sie gegen jene fast verschwinden. Die giftige Beere der Bella-Donna enthält dieselben Grundstoffe, wie die schmackhafte Ananas, der fieberfeindliche Extract der Chinarinde dieselben, wie der giftige Saft des gefleckten Schierlings, — nur die Verhältnisse, die Quantitäten, in denen zu ihrer Bildung die Elemente zusammentreten, sind verschieden. Die Macht der Ideen macht auch hier sich geltend, sie beherrscht die Materie, ordnet sie so oder anders.

Diese vier Elemente sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff. Woher sie den Thieren und Pflanzen stammen? Wie diese sie sich aneignen? Das sind die beiden Hauptfragen, mit der die jetzige Chemie sich beschäftigt; jedes Jahr bringt neue Fortschritte zu ihrer Lösung.

Alle diese vier Stoffe sind in der Luft enthalten. Die Luft aber umgiebt wie eine Schale die ganze Erdkugel; in allen Zonen der Erde sind sie also verbreitet, und kein Breitengrad ist so arm, daß er nicht wenigstens das materielle Substrat organischer Bildung enthielte. Aber Sie kennen schon in der Wärme eine Bedingung, an die der Stoffwechsel, mithin das Leben, gebunden ist. Sie erklären sich leicht, daß es Zonen giebt, wo trotz der vorhandenen Nahrungsstoffe die Ernährung unmöglich wird.

Zwei dieser Elemente sind als solche in der Atmosphäre

enthalten: der Sauerstoff, der etwa 21 p. Ct., der Stickstoff, der etwa 79 p. Ct. derselben ausmacht. Gerade diese beiden bilden einen Hauptbestandtheil vieler thierischen und Pflanzenstoffe. „Wie leicht also", werden Sie sagen, „haben es die Organismen, diese Stoffe zu gewinnen, sie brauchen dieselben nur direct aus der Atmosphäre aufzunehmen." Mit Nichten, so leicht haben es wenigstens die Gewächse nicht. Keine Pflanze vermag wahrscheinlich eins jener vier Elemente in eben dieser Elementarform aufzunehmen. Setzen Sie irgend ein frisches Gewächs unter eine Glasglocke in eine Atmosphäre von Stickstoff, so wird es bald vergehen, geben Sie ihm reines Sauerstoffgas, so wird es ebenfalls verwelken, ja selbst ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff, gerade unter den Gewichtsverhältnissen bereitet, wie die Atmosphäre sie bietet, taugt dem Leben der Pflanze nicht. Die Pflanze ist eigen und wählerisch; sie bedarf allerdings jener zwei Elemente, verschmäht sie aber hartnäckig in der ursprünglichen Form, in der die Natur sie ihr bietet. Sie nimmt dieselben nur dann, wenn sie selbst sie sich bereiten, aus Verbindungen abscheiden kann. Mit dem Kohlenstoff, aus dem, wie Sie wissen, der Hauptmasse nach das feste Gebäude des Pflanzenkörpers besteht, geht es ebenso. Ein statt der Erde in Kohlenpulver gepflanztes Bäumchen eignet sich direct kein Körnchen dieses Pulvers an. Sie erklären sich dies jetzt leicht, da Sie wissen, daß die Pflanze wegen ihrer Zellennatur durchaus keine feste Substanz aufzunehmen vermag.

Ein Glück für die Pflanzenwelt, daß die Atmosphäre nicht aus Stickstoff und Sauerstoff allein besteht, sondern außerdem noch Verbindungen der vier Grundstoffe enthält, aus denen die Pflanze sich ihren Bedarf abscheiden kann! Der feste Kohlenstoff hätte sich ohnehin der Atmosphäre nicht beimengen können. Ein Paar Loth Wasser, in einer Blechbüchse erhitzt, nehmen Dampfgestalt an, die Spannkraft der sich entwickelnden Dämpfe ist so groß, daß auch das festeste Metall zerrissen wird. Wasser

also kann sich in Dunstform der Luft beimengen. Thut man dagegen ein Stück Kohle in jene Metallbüchse, so wird man dieselbe nach der stärksten Erhitzung ganz unverändert finden. Die Kohle ist feuerbeständig, läßt sich durchaus nicht schmelzen, nicht verflüchtigen. Aber freilich muß bei jenem Versuch das Gefäß fest verschlossen werden, sonst dringt durch die feinste Spalte ein luftiger Freund zu der eingesperrten Kohle hinein, verleiht ihr selbst die eigene Luftgestalt, und reißt sie mit sich fort aus ihrer Gefangenschaft. Dies ist der Sauerstoff der Luft, der sich leicht mit ihr bei der gehörigen Erhitzung zu einem gasartigen Körper, der Kohlensäure (Kohlensauerstoff) vereint. Sehen Sie hier die Verbindung, aus der die Pflanze ihren Bedarf an Kohlenstoff zieht. Begierig saugt die Wurzelfaser sie ein aus dem mit kohlensäurehaltigem Wasser durchtränkten Boden, begierig athmen die Blätter sie ein in unzähligen feinen Spaltöffnungen. Wie die weitere Verarbeitung der Kohlensäure im Innern des Pflanzenkörpers erfolgt? Wir wissen es nicht, — das Eine ist gewiß, daß unter dem Einfluß des Lichtes nicht Kohlensäure, sondern nur der eine Bestandtheil derselben, der Sauerstoff wieder ausgeschieden wird. Der Kohlenstoff bleibt der Pflanze als selbsterworbenes Eigenthum.

Auch der Wasserstoff ist nicht als Element in der Luft enthalten, — abermals ein günstiges Verhältniß für die Pflanze, die lieber selbst ihren Bedarf an Grundstoffen sich abscheidet. Auch er schließt sich dem Sauerstoff zu einer sehr innigen Verbindung an. Wir wissen jetzt, wie sich diese Verbindung einleiten läßt; gerade wie bei der Kohle ist die Wärme wieder die Vermittlerin. Ihnen sind unter dem Namen der Doebereinerschen Feuerzeuge, auch Platinfeuerzeuge, ohne Zweifel jene niedlichen Gasometer noch erinnerlich, die vor wenigen Jahren noch eine Rolle spielten, bis die Reibzündwaaren sie verdrängten. Bei ihrer Benutzung wird in jedem Augenblicke eine Aufgabe gelöst, die vor 100 Jahren für schwieriger gehalten worden wäre, als

Fig. 31.



die Erfindung eines Perpetuum mobile, die Aufgabe nämlich: aus Wasser Feuer zu bilden. Im Innern derselben wird unter Vermittelung einer Säure durch ein Stückchen Zink Wasser zersetzt. Der eine Bestandtheil des Wassers, Sauerstoff, vereinigt sich mit dem Zink; der andere, der Wasserstoff entweicht als Gas durch die Röhre des Deckels, mengt sich mit dem Sauerstoff der Luft, und trifft auf ein Stück Platinschwamm. In den Poren des letzteren werden beide Gase stark verdichtet, die dabei frei werdende Hitze reicht aus, das Metall glühend zu machen und das Gasgemenge zu entzünden. So entsteht eine matt leuchtende, aber sehr heiße Flamme, der Wasserstoff verbrennt. — Gleichzeitig wird hier aber auch die umgekehrte Aufgabe gelöst: Wasser durch Feuer zu bilden. Denn das Product jener Verbrennung, d. h. jener Vereinigung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoff ist eben Wasser, oder wenn Sie lieber wollen, Wasserdunst. An einer über jene Flamme gehaltenen kalten Porzellanschale schlägt sich dasselbe als schwacher Hauch in der Form kleiner Tröpfchen nieder.

Die Quantität des in der Atmosphäre vertheilten Wassergases ist sehr verschieden. Sie ist größer in der Nähe großer Wasserbecken, als auf Flächen trockenen Binnenlandes. Sie richtet sich namentlich nach der Temperatur der Luft, denn für jeden verschiedenen Wärmegrad hat diese einen verschiedenen Sättigungspunkt mit Wasserdunst. Bei + 10 Grad C. kann ein Kubikmeter Luft 9,7 Gramm, bei + 20 Grad C. dagegen 17,1 Gramm dunstförmigen Wassers enthalten. Verdunstet mehr Wasser, als die Luft aufzunehmen vermag, oder kühlt sich die letztere, nachdem sie gesättigt, ab, so scheidet sich der Ueberschuß wieder in tropfbarer Gestalt aus, und fällt als Thau, Regen,

Fig. 31. Ein Platinfeuerzeug.

Hagel, Schnee zu Boden. Natürlich wechselt auch die Regenmenge je nach der Verschiedenheit der obigen beiden Bedingungen. In London fallen jährlich 23, 4 Par. Zoll Regen, auf St. Domingo dagegen 100, 9 Zoll.

Den Wasserstoff kann die Pflanze sich noch aus einer anderen Verbindung aneignen, ja, vielleicht ist letztere in dieser Beziehung noch wichtiger als das Wasser. Dies ist das Ammoniak, eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff, ein Stoff also, aus dem auch nebenbei noch der letzte jener vier Grundstoffe in den Pflanzenorganismus übergehen kann. Sie kennen den eigenthümlich stechenden Geruch des Ammoniak ohne Zweifel aus seiner Auflösung in Wasser, dem sogenannten Salmiaksgeist, einen Geruch, der uns auf dem Lande an Düngerhaufen augenblicklich auffällt; aus letzterem Umstande schließen Sie mit Recht, daß die Verwesung thierischer Stoffe eine Hauptquelle des Ammoniaks für die Atmosphäre sei. Dieser Stoff ist in der Luft in äußerst geringer Menge enthalten, sie ist so verschwindend klein, daß auch die schärfsten Beobachter keine Spur davon in den von ihnen untersuchten Luftmengen entdecken konnten. Durch einen genialen Umweg ist es erst vor wenig Jahren dem berühmten Liebig gelungen, die Anwesenheit des Ammoniaks in der Atmosphäre mit Bestimmtheit nachzuweisen. Auf die Auflöslichkeit desselben in Wasser baute dieser Forscher seine Hoffnung, daß ein etwaiger Ammoniakgehalt der Luft sich am leichtesten durch Untersuchung frisch gefallenen Regens würde nachweisen lassen. Die Tropfen desselben müssen jedenfalls die in einer größeren Luftmenge vielleicht vertheilte Quantität Ammoniak mit herunter führen, und dem Beobachter in einer Schale Regenwasser eine Spur davon liefern, die, wegen ihrer unendlich feinen Vertheilung, in der Luft selbst nicht hätten wahrgenommen werden können. — Die Untersuchung frischen, unweit Gießen gefallenen Regenwassers hat wirklich diese an die Natur gestellte Frage auf das Unzweideutigste bejaht.

Die atmosphärische Luft besteht demnach aus folgenden Stoffen. Sie enthält auf 100 Kubikfuß:

Sauerstoff *) . . . . = 20,815 Kubikfuß
Stickstoff . . . . = 79,185 „
Kohlensäure (Kohlenstoff + Sauerstoff) = 0,0415 „
Wasser (Wasserstoff + Sauerstoff) = wechselnd.
Ammoniak (Wasserstoff + Stickstoff) = unbekannt.

Sie sehen leicht, daß schon die drei letzteren Verbindungen alle 4 Grundelemente des Pflanzenorganismus enthalten. Sie fragen daher: „Können denn die Pflanzen allein von der Luft leben?" Einige gewiß; Sie erinnern sich ja, daß die auffallenden, zum Theil so herrlich blühenden Orchideen der Tropenzone um trockene Baumstämme des Urwaldes ihre Wurzeln schlingen, ein Verhalten, das unsere Gärtner in ihren Treibhäusern nachahmen, indem sie die Knollen derselben an frei schwebende Kork- oder Holzstücke befestigen. Nie bringt eine ihrer Wurzelfasern in das Holz ein, nie erreicht eine derselben die Erde; die Blätter allein, und lange, weiße, an der Spitze grün gefärbte Luftwurzeln nehmen die Bestandtheile aus der Atmosphäre auf, deren die Pflanze bedarf.

So genügsam sind nicht alle Gewächse. Weit verzweigte Wurzeln verbreiten sich bei den meisten nach allen Seiten in die Erde, und nehmen aus dem ganzen die Pflanze umgebenden Revier Wasser und die darin gelösten Salze auf. Denn gerade darauf, daß die meisten Gewächse außer jenen 4 Elementen noch einzelne unorganische Stoffe bedürfen, beruht für sie die Nothwendigkeit, mit dem Erdboden in Beziehung zu treten. Kiesel, Schwefel, Phosphor, Kali, Natron, Kalk und andere mineralische Bestandtheile werden aus diesem in der Form löslicher Salze durch die Wurzeln aufgenommen.

Dies aber sind Stoffe, die den Gewächsen nicht überall in

*) Bei dieser Berechnung des Sauerstoffs und Stickstoffs ist der Gehalt an Kohlensäure und Wasserdunst außer Acht gelassen.

gleicher Weise zu Gebote stehen, da der Boden hier an diesem dort an jenem Salze reicher ist. Daher das Gebundensein gewisser Pflanzenarten an eine bestimmte Beschaffenheit des Erdreichs. Unsere schönen Orchideen gedeihen vortrefflich auf einem kalkhaltigen Boden, fehlt dieser Bestandtheil, so kommen sie nur kümmerlich fort. Ist im Boden ferner durch eine Art von Gewächsen, z. B. durch Erbsen und Bohnen dieser Vorrath an Kalksalzen erschöpft, so würde eine neue Aussaat Hülsenfrüchte im nächsten Jahre nicht mehr hinlängliche Nahrung finden, Rüben dagegen, die der Kali-Salze bedürfen, gedeihen noch vortrefflich. Sie sehen leicht, daß dies das Princip ist, worauf die sogenannte Wechselwirthschaft beruht. Bei den wild wachsenden Pflanzen fallen diese dem Boden entzogenen Salze demselben später bei der Verwesung wieder zu; bei den Culturpflanzen dagegen werden sie im Stroh, in den Getreidekörnern, in den Wurzelknollen der Erdrinde entzogen, und müssen durch passenden Dünger wieder ersetzt werden.

Auch die thierische Substanz besteht der Hauptmasse nach aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff. Aber das Thier ist noch ungenügsamer, als die Pflanze; weit entfernt, sich dieselben aus der Atmosphäre oder der Erdrinde aneignen zu können, begnügt es sich nicht einmal mit den Verbindungen, aus denen die Pflanze sich ihren Bedarf darstellt. Ein mit Kohlensäure, mit Ammoniak, Wasser und den mineralischen Bestandtheilen des thierischen Körpers gefüttertes Thier stirbt Hungers, und doch enthalten diese Verbindungen alle die Elemente, die zur Bildung seiner Masse zusammentreten. Merkwürdig! Obgleich alle organische Substanz sich früher oder später durch den Zersetzungsprozeß in jene lockeren Verbindungen auflöst, kann das Thier doch nicht von diesen, wohl aber von jener organischen Substanz selbst sich nähren. Das Thier ist nicht im Stande, sich mit den Zersetzungsproducten der organischen Materie zu begnügen: es muß in seinem Innern diese Zersetzung selbst vornehmen.

Unorganische Körper taugen aus diesem Grunde bei der größeren Festigkeit ihrer Verbindungen nicht zur Ernährung thierischer Wesen. Freilich kommen Beispiele vor, daß selbst Menschen gewisse Erdarten unter ihre Nahrungsmittel mengen. Die Otomaken in der Mission la Concepcion de Uruana verschlingen während der Regenzeit, die ihnen wegen des dann hoch geschwollenen Orinoko die Jagd auf Fische unmöglich macht, große Kugeln von gelblich grauem Lehm. In Guinea essen die Neger eine gelbliche Erde, und suchen, als Sklaven nach Westindien gebracht, ihre Gewohnheit dort fortzusetzen. Die Eingebornen in der Nähe von Samarang auf Java, die Einwohner von Neucaledonien essen ebenfalls Letten, und in mehren Orten Perus wird Kalkerde als Eßwaare für die Indianer in den Straßen feil geboten (A. v. Humboldt). In der Regel aber zeigt die verfallene geistige und körperliche Constitution gar deutlich, wie unnatürlich diese Nahrung ist. Denn eine eigentliche Zersetzung derselben im Magen findet wohl nicht statt; nur das peinigende Gefühl des Hungers soll durch diese Anfüllung mit schweren Massen betäubt werden. Zur eigentlichen Ernährung dienen wohl nur die organischen Stoffe, die entweder unter die Erde gemengt, oder auch nebenher genossen werden. A. von Humboldt brachte eine Quantität der Erde, welche die Otomaken genießen, mit nach Europa; bei der genauesten Untersuchung stellte sich heraus, daß dieselbe keine Spur einer beigemengten organischen Substanz enthalte. Der berühmte Reisende berichtet indessen, daß die Otomaken zur Regenzeit neben jenen Letten auch wohl gelegentlich eine Eidechse, einen kleinen Fisch oder Wurzeln genießen.

Immer bleibt es sonderbar, daß nicht alle Menschen durch das uns inne wohnende instinktmäßige Gefühl von dem, was nützt und schadet, vor dem Genuß erdartiger Stoffe gewarnt werden. Gerade eine Art von Instinkt scheint gewissen Volksstämmen den Genuß erdartiger Stoffe anzurathen. In allen heißen Gegenden haben die Eingebornen große Neigung dazu,

die Sucht danach ist zuweilen unwiderstehlich. „Die Otomaken sind nach ihren Letten so lüstern, daß sie selbst in der trockenen Jahreszeit, wenn sie Fischnahrung genug haben, doch als Leckerbissen täglich nach der Mahlzeit etwas Erde genießen.“ — „Kinder muß man oft einsperren, damit sie nach frisch gefallenem Regen nicht ins Freie laufen und Letten essen.“ — „Auf den Antillen mußte das Erdeessen den Negern verboten werden, obgleich man heimlich Erde auf den Märkten verkaufte.“ (A. v. Humboldt).

Es ist schwer, diese auffallende Neigung zu erklären, die den schroffsten Gegensatz bildet gegen Alles, was nach unseren Erfahrungen der thierischen und menschlichen Constitution zusagt. Allerdings mag wohl der erste Impuls zur Vermengung der Pflanzen- und Fleisch-Nahrung mit Lehm vom Hunger ausgegangen sein, aber schwer läßt sich aus einer durch die Noth veranlaßten Gewöhnung jene unbezwingliche Neigung erklären. In der kalten Zone giebt es doch auch Volksstämme, die periodisch vom Hunger zu leiden haben; aber so viel wie möglich suchen sie diesen durch organische Stoffe zu befriedigen. Im Norden Sibiriens backt man Brod aus der Rinde der Lärchenbäume, im Norden Schwedens aus Bergmehl, das in den Panzern Tausender von Infusorien die zerfallenen Ueberreste organischer Wesen enthält.

Sollte nicht der Umstand, daß gerade die Bewohner heißer Gegenden solche unnatürliche Gewohnheiten haben, uns auf die Spur leiten? Wir haben früher gesehen, daß die Ernährung die Hauptquelle der thierischen Wärme ist. Gerade die Hitze mag also in jenen Stämmen eine instinctmäßige Begierde nach Stoffen erregen, die den Magen befriedigen und doch die Temperatur des Körpers nicht erhöhen. Dazu kommt, — ein wichtiges Moment für jene trägen, weder zum Ackerbau noch zur Viehzucht geneigten Stämme, daß der Gewinn dieser erdigen Stoffe keine große Arbeit erfordert. — Durch Hunger und Ermattung hat jedenfalls die Natur die ersten trägen Ansiedler in jenen

Gegenden daran gemahnt, daß der Mensch nur durch eigene Arbeit sich die materiellen Lebensbedingungen herstellen könne. Diese ersten Winke wurden vielleicht überhört. Träge Volksstämme ließen sich in Gegenden nieder, wo wenigstens in einer Jahreszeit die Nahrung nur durch Arbeit gewonnen werden kann; in Gegenden noch dazu, wo die Wärme der Luft verbunden mit der durch Arbeit und gute Ernährung erzeugten Eigenwärme leicht einen Ueberschuß der Temperatur hervorbringen müßte, dessen sich der Körper durch vermehrte Hautausdünstung und Athmung nicht entledigen könnte. War aber dies der Fall, war einmal der Gang der thierischen Functionen auf eine unrechte Spur geleitet, — darf es uns da wohl wundern, daß die Natur gegen die Folgen jenes Ungehorsams durch Gelüste reagirt, die nur einer Seite der thierischen Organisation entsprechen?

Lassen wir also diese abnormen Fälle bei Seite. Gewiß haben sie in Umständen ihren Grund, die selbst den normalen Verhältnissen der thierischen Existenz nicht entsprechen. Ganz allgemein ist es Regel, daß eine wirkliche Ernährung, d. h. eine Aneignung der aufgenommenen Materie für das Thier wie für den Menschen nur durch organische Stoffe möglich ist.

Hierauf aber, auf dieser Unfähigkeit, sich mit den Stoffen zu begnügen, die in der Erdrinde und der Atmosphäre verbreitet sind, beruht ein wesentlicher Charakter der thierischen Organisation. Die Pflanze findet die Bedingungen ihres Lebens beständig auf dem Boden, in welchem ihr Same Wurzeln schlug; die Luft weht ihr die nöthige Menge von Kohlensäure und Ammoniak immer aufs Neue zu, und mit dem Wasser des Bodens saugen die Wurzelfasern beständig die Salze auf, deren sie bedarf. Die organische Materie dagegen, von der sich ja das Thier nährt, ist nicht so gleichmäßig vertheilt, fließt nicht beständig her nach derselben Stelle. Das Thier muß seiner Nahrung nachgehen, muß sich b e w e g e n können, um sie zu erreichen.

Hier scheint offenbar das Thier im Nachtheil zu sein gegen die Pflanze, die des ganzen complicirten Apparates der Bewegungsorgane nicht bedarf. In anderer Beziehung scheint wieder das Thier im Vortheil. Die Pflanze, die durch Zufall auf einen Boden geräth, der die zu ihrer Entwickelung nöthigen Salze nicht enthält, verkümmert, geht aus. Ohne Unterschied saugt sie ferner Alles auf, was im Wasser gelöst ist, das ihre Wurzeln umspült. Ein Glück für sie, daß in der Atmosphäre, im Wasser und in der obersten Erdrinde so wenig Stoffe verbreitet sind, deren Aufnahme sie mit dem Tode büßen müßte. In tausend und aber tausend Formen ist dagegen die organische Materie, die Nahrung des Thiers geformt. Bald tritt ihm der nährende Stoff in fleischigen Früchten, bald in saftigen Blättern oder mehligen Wurzelknollen entgegen; hier trinkt ein Iltis das frisch quellende Blut aus den zerrissenen Adern seines Opfers, dort brütet ein stinkendes Aas eine Million von Fliegen aus. Ja, die unendliche Mannigfaltigkeit, in der sich die vier Grundelemente bald zu wohlthätiger Nahrung, bald zu scharfen, schnell tödtenden Giften gruppiren, bietet Gefahren, die die Existenz der nur von wenigen, meist unorganischen Stoffen lebenden Pflanze nicht in gleicher Weise bedrohen. Das Thier entgeht allen diesen Gefahren: jedes wählt nur was ihm dient; das Thier vermag zu unterscheiden, zu wählen: es hat Sinnesorgane.

Sollten Sie nun geneigt sein, diesen Besitz von Sinnes- und von Bewegungsorganen als einen Vorzug der Thiere anzusehen, der, wie man gewöhnlich meint, ihnen als vollkommneren Wesen vor den Pflanzen einen höheren Rang in der Natur verleiht, so mögen Sie vor Allem das beachten, daß dieser Punkt nicht isolirt dasteht als ein unerklärlicher, kein „Grübeln" zulassender, eben deßhalb aber auch unbestreitbarer Vorrang. In der Verschiedenartigkeit der Nahrung wurzelt diese Eigenthümlichkeit, und höchstens könnte der Anspruch auf einen Vorrang mit der Unfähigkeit der Thiere begründet werden, sich wie die Pflanze,

mit wenigen unorganischen Stoffen zu begnügen. Das Thier gebraucht mehr als die Pflanze, — nach dem bekannten Ausspruche des Diogenes würde aber deßhalb der Vorrang auf die Seite der letzteren fallen.

Organische Stoffe sind aber in zwei Formen auf der Erdrinde vertheilt; dürfen wir uns also wundern, daß es sowohl pflanzenfressende, als fleischfressende, ja daß es selbst Thiere giebt, die bald von vegetabilischen, bald von animalischen Stoffen sich nähren? Aber auch die Existenz der Fleischfresser ist, — freilich durch ein Mittelglied, — an die der Pflanzen gebunden; das Reh, das der Wolf zerreißt, der Sperling, den der Falke holt, haben ihre Grundstoffe aus dem Pflanzenreich gezogen. Die Gewächse also sind, so scheint es, die Producenten, die Thiere die Consumenten im Haushalte der Natur, aber freilich sehr ehrliche Consumenten, die den vollen Werth ihres Bedarfes, ja diesen selbst den Pflanzen wieder zurückerstatten.

Ohne diese Zurückgabe der an das Thierreich abgegebenen Stoffe wäre freilich die producirende Pflanzenwelt vor einer Erschöpfung ihrer Kraft in großer Gefahr.

Wenn nämlich die Pflanzenwelt beständig aus Luft und Erdrinde Stoffe zieht, so kann die Frage entstehen, ob nicht früher oder später die in denselben angehäuften Vorräthe von Ammoniak und Kohlensäure ein Ende nehmen müssen? Es fragt sich zunächst: Wie groß sind diese Vorräthe?

Die Quantität des in der Luft verbreiteten Ammoniaks ist noch unbekannt. Die der Kohlensäure beträgt $\frac{1}{1000}$ vom Gewichte der Luft, es sind demnach 2800 Billionen Pfund Kohlenstoff in der Atmosphäre enthalten, „eine Quantität, welche mehr beträgt, als das Gewicht aller Pflanzen, der bekannten Stein- und Braunkohlenlager zusammengenommen" (Liebig). Durch diese ist offenbar einem Hungertode der Pflanzenwelt noch auf Jahrtausende vorgebeugt. Aber wenn auch in Vergleich mit dem kurzen, nach Jahren gemessenen Menschenleben die Zeit bis zum

gänzlichen Verbrauch dieses Vorrathes unermeßlich erscheint, — ist sie es deßhalb auch für die Natur? Die bisherigen Perioden der Umgestaltung unseres Erdbodens können wenigstens, wie die Geologie genügend gezeigt hat, nicht nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden, vielleicht nicht einmal nach Millionen von Jahren gemessen werden. Es ist immer wichtig, zu wissen, ob die organische Welt in sich selbst die Bedingung ihres dereinstigen Unterganges trägt, mag selbst die Zeit bis zum möglichen Eintritt einer etwaigen Endkatastrophe sich nicht mit spannelangen Menschenleben ausmessen lassen.

Gewiß würden jene Vorräthe sich nie erschöpfen können, wenn die Pflanze alles, was sie verzehrt, der Erdrinde, der Atmosphäre zurückgäbe. Dies ist nur theilweise der Fall. Die verwesenden Pflanzenstoffe lösen sich wieder auf in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, die mit der Luft sich verflüchtigen, oder das den Erdboden durchrieselnde Wasser sättigen, die mineralischen Bestandtheile kehren wieder zum „Staube“ zurück, um, an organische Säuren gebunden, aus dem humusreichen Boden wieder von neuen Gewächsen aufgenommen zu werden. Aber gerade durch das Thierreich erleidet dieser Kreislauf eine Störung. Eine Menge Pflanzen werden von Thieren gefressen, ungeheure Quantitäten von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff fixiren sich also im thierischen Körper, und gehen, wie es scheint so der Atmosphäre, der Erde, mithin auch der aus diesen ihre Nahrung ziehenden Pflanzenwelt verloren.

Der Verlust ist indessen nur scheinbar. Jener Uebergang ins Thierreich ist nur eine Seitenbahn, zu der sich der Kreislauf der Materie erweitert. Denn das Thier nimmt Nichts aus der Pflanzenwelt, ohne es ihr wiederzugeben.

Den Kohlenstoff, den das Thier in seiner Nahrung aus dem Pflanzenreiche bezieht, stattet es schon während des Lebens zum größten Theile der Atmosphäre wieder zurück, noch dazu in der Verbindung, aus der die Pflanze sich diesen Stoff anzu-

eignen gewohnt ist. Der Sauerstoff, den diese bei der Zersetzung der Kohlensäure aushaucht, ist die eigentliche Lebensluft des Thieres. Mit jedem Athemzuge dringt der Sauerstoff der Atmosphäre an die Lungen oder Kiemen, und mengt sich dem Blute bei. Durch letzteres an die Organe des Körpers geführt, verbindet er sich durch den früher erwähnten Verbrennungsprozeß mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff der in beständigem Stoffwechsel begriffenen thierischen Substanzen. Die gebildete Kohlensäure wird in den Lungen wieder ausgeathmet, und der Atmosphäre beigemengt. So entführt der Athmungsprozeß dem Thiere beständig neuen Kohlenstoff, während er umgekehrt der Pflanze immer neuen Kohlenstoff zuführt. Hier ist er ein eigentlicher Ernährungs=, dort genau genommen, ein Zehrungsprozeß.

Aber wunderbar in einander greifend ist diese Wechselwirkung beider Reiche. Die von der Pflanze verbrauchte Kohlensäure wird von den Thieren wieder hergestellt, den Sauerstoff, den die Thiere verathmen, erzeugen umgekehrt die Pflanzen.

Die Rolle der Thiere ist aber weit weniger wichtig für die Pflanzen, als umgekehrt die der letzteren für die Thiere. Denn die Thiere geben nur den Kohlenstoff und überhaupt diejenige Materie zurück an die Atmosphäre und Erdrinde, die sie aus der Pflanzenwelt bezogen, und dieser ganze Umweg, den die organische Materie durch das Thierreich hindurchmacht, um wieder zur Luft und zum Boden zurückzugelangen, könnte plötzlich abgeschnitten werden, ohne daß das Pflanzenleben im Allgemeinen dadurch beeinträchtigt würde. In diesem Falle würde nur eine Seitenbahn fehlen in dem Kreislauf der circulirenden Stoffe. Auf kürzestem Wege würde dann die verwesende Pflanzenfaser den Boden in Humus umwandeln, der unter Zutritt der Atmosphäre wieder Kohlensäure und organische Salze gäbe als Nahrung für eine neue Generation von Gewächsen. War aber einmal diese Seitenbahn gegeben, zu der sich die Idee organischer Gestaltung, welche das Pflanzenreich ins Leben rief, im Thierreich

erweitert, so konnte sie unmöglich ohne jene ursprüngliche Hauptbahn bestehen. Nicht seine Nahrungsmittel allein zieht das Thier aus dem Pflanzenreich, auch das zu seinem Stoffwechsel unentbehrliche Zehrungsmittel, der Sauerstoff, wird beständig von den Pflanzen geliefert. Ein Mensch verbraucht in 24 Stunden fast 60 Kubikfuß Sauerstoff; gegen 1000 Millionen Menschen und noch viel mehr Thiere zehren an dem Vorrathe der Atmosphäre, und gewiß würde selbst durch die ungeheure Größe des Vorraths an Sauerstoff, den diese enthält, einer einmaligen Erschöpfung desselben nicht vorgebeugt sein, wenn nicht die Pflanzenwelt immer das Verbrauchte ersetzte.

Die Zurückgabe der aus dem Pflanzenreiche stammenden Stoffe schließt sich erst nach dem Tode des Thiers vollkommen ab. Durch die Verwesung zerfällt sein Körper endlich in jene leicht zersetzlichen Verbindungen der Grundstoffe (namentlich in Kohlensäure und Ammoniak), die der Atmosphäre sich beimengen, und wieder den Pflanzen als Nahrung dienen. Nur ein sehr geringer Theil des thierischen Leibes wird wieder zum „Staube", und geht in die Erdrinde als deren fester Bestandtheil über. Dies sind die wenigen erdigen Verbindungen, die als Knochen der Wirbelthiere, als Kalkgerüste der Mollusken und Polypen, als Kieselpanzer der Infusorien ursprünglich, — freilich ebenfalls durch Vermittelung der Pflanzenwelt, — aus der festen Erdrinde stammen. Auch diese erdigen Bestandtheile werden in der Form von phosphorsauren, kieselsauren und organischen Salzen von den Wurzeln der Pflanzen wieder im Wasser aufgesogen, in dem sie sich lösen.

Luft und Wasser also sind die Elemente, durch deren Vermittelung die Rückgabe der thierischen Stoffe an die Pflanzenwelt, durch die überhaupt also eine Erhaltung der organischen Materie in organischen Körpern bewirkt wird. In Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft bringt der Kohlenstoff in die Pflanze ein, mit Sauerstoff verbunden verläßt er den thierischen

Körper. Aus Luft und Wasser zieht die Pflanze ihre Nahrung an flüchtigen Stoffen und löslichen Salzen, der Luft und dem Wasser mengen sich die Ausscheidungs- und Verwesungsproducte thierischer Körper bei.

Die Alten verbrannten ihre Leichen, und übergaben in den von der Brandstätte aufsteigenden flüchtigen Verbindungen direct wieder der Atmosphäre die Nahrungsstoffe für Tausende von Pflanzen. Die Anwohner des Ganges vertrauen dem „heiligen Flusse" die Leiber ihrer Todten an; sie geben so einer Legion von Infusionsthieren, von Weichthieren, Krebsen und Fischen die Speise, die ihnen gehört. Bei uns wird die allem Lebendigen inwohnende Scheu vor dem Tode gesteigert durch den unwillkürlich sich ihr anhängenden Gedanken an das Begrabenwerden. Ist es nicht hier ein instinktmäßiges Gefühl, das uns verbietet, die verwesenden Atome tief in die Erde zu verscharren, weit außerhalb des Bereiches organischer Aneignung?

Kreisen muß die organische Materie in ewigem Wechsel von der Pflanze zum Thier, vom Thier zur Pflanze. Ein Raub an der Natur ist es, sie gewaltsam der Luft und dem Wasser zu entziehen, die diesen Kreislauf vermitteln.

2.

Die Seitenbahn oder der kleine Kreislauf.

Es wird Ihnen aufgefallen sein, daß die Materie bei ihrem eben geschilderten Kreislauf von der Pflanze zum Thier und vom Thier zur Pflanze den ersten Theil ihrer Bahn viel schneller durchläuft, als den zweiten. Die Pflanze wird selbst vom Thiere gefressen, die aus dem Thierreich zurückkehrende Materie dagegen kann nicht direct wieder eintreten in Pflanzenkörper

sondern muß erst sich vollständig zersetzen, und den weiten Umweg durch Luft, Wasser und Erdrinde machen, ehe Pflanzen im Stande sind, sie sich zu assimiliren.

Dieser Umstand ist offenbar für das Thierleben selbst ein Nachtheil. Die Atome, in die heute ein faulender Thierkörper sich auflöst, werden Jahre, vielleicht Jahrhunderte brauchen, ehe sie den weiten Umweg durch die unorganische Natur durchlaufen, und sämmtlich wieder in neu emporgeschossenen Pflanzenformen organische Gestalt gewonnen haben. Und selbst, wenn diese erste Station erreicht ist, bleibt es immer noch zweifelhaft, ob gerade diese Pflanzen wieder sofort von Thieren aufgenommen werden, oder ob nicht der Halm sammt seinen Blüthen und Früchten unberührt verwelkt. In diesem Falle müßte die Substanz nochmals den Verwesungsprozeß, nochmals die Wanderung durch Luft, Wasser und Erdrinde durchmachen, um vielleicht erst spät durch Vermittelung pflanzenfressender Thierformen in das Thierreich überzugehen. Es fragt sich: Wodurch wird in der Natur dieser, in letzter Instanz gerade für das Thierreich fühlbare Nachtheil aufgehoben?

Das erste Mittel dazu ist die Größe der Pflanzenproduction. Sehen wir, um diese zu schätzen, ab von den cultivirten Gegenden. Hier werden allerdings oft durch unverständige Menschen unnatürliche Zustände herbeigeführt, und Hunderte von Rindern auf kleine Weiden zusammengepfercht, die kaum für die Hälfte hinreichendes Futter geben. In der freien Natur finden Sie immer den Reichthum der Pflanzenwelt auch auf den thierreichsten Fluren und in den belebtesten Wäldern so groß, daß er eine noch viel größere Zahl von Thieren ernähren könnte, als wirklich davon existirt. Es giebt kaum einen Theil der Pflanze, der nicht Thieren als Nahrung dienen könnte. Affen, Faulthiere, obstfressende Fledermäuse, schlanke Eichhörnchen schwingen sich bis in die höchsten Wipfel der Waldbäume, um von ihren Knospen, Früchten und Sämereien zu zehren; wohin jene nicht gelangen,

dahin bringen noch zahlreiche Vögel: Papageien, Tukans, Nashornvögel, Finken, Ammern; Schmetterlinge, Bienen, Käfer eignen sich den Honigsaft der Blüthen an; Elephanten, Nashorne, Flußpferde, Pferde und das ganze Heer der Wiederkäuer wandeln saftige Kräuter in thierische Materie um; Würmer und Insectenlarven benagen die Wurzeln, selbst das feste Holz vieljähriger Stämme giebt Thieren Wohnung und Nahrung. Schon die Namen aller der Thierformen würden Sie ermüden, die in dem Pflanzenreich Nahrung, und zwar reichliche Nahrung finden; es ist nicht anzunehmen, daß eines von ihnen im Freien Hungers stirbt. Es wird eben durch die Masse der dem Thierreich dargebotenen Pflanzenstoffe die Langsamkeit ergänzt, mit der die Atome wieder zu ihm zurückkehren, die durch die Verwesung aus ihm austreten.

Die Natur begnügt sich mit diesem Mittel nicht. In pflanzenarmen Gegenden, im Wasser zumal, wo die Flora sehr einförmig ist, und dem Thierreich wenig Nahrung bietet, im Winter endlich und in der Polarzone, wo die Vegetation gänzlich ruht, würde die Erhaltung thierischen Lebens durch dasselbe auch nicht vollständig gesichert sein. Gerade da aber, wo es gilt, die Existenz zu retten, werden auch die vollkommensten Sicherheitsmaßregeln angewandt, — sehen wir doch, daß auch in unserem eigenen Körper diejenigen Organe, von denen geradezu das Leben abhängt, am allermeisten geschützt liegen.

„Verringerung des Bedarfs" heißt das zweite Mittel zur Abwehr jenes Uebelstandes. Ist das Thierreich nicht mehr allein und ausschließlich an die Stoffe gebunden, die ihm durch das Pflanzenreich dargeboten werden, so ist animalisches Leben auch in solchen Gegenden und zu solchen Jahreszeiten möglich, wo die Vegetation nicht gedeihen kann. Der Bedarf nach neuer Zufuhr wird aber nur dadurch sich beschränken lassen, daß weniger Materie consumirt wird, d. h. durch Verwesung thierischer Körper der Thierwelt verloren geht. Auf Verringerung dieses Verlustes muß zunächst die Kraft der Natur gerichtet sein.

Hierauf zielt die Bildung von Thierformen, welche sich von verwesenden thierischen Körpern nähren. Noch im Moment, wo die faulende Substanz im Begriff ist, ihren weiten Rückweg durch Luft, Wasser und Erdrinde in die Pflanzenwelt zu beginnen, schneidet die Natur ihr diesen Rückweg ab, und leitet sie direct wieder in andere Thierkörper über. Wo immer animalische Materie der Luft ausgesetzt fault, sind, wie durch einen Zauberschlag herbeigeführt, Millionen kleiner Thiere, bisweilen auch größere, beschäftigt, sie zu zerarbeiten und für das Thierreich zu retten, da es eben noch Zeit ist. Sie selbst dienen wieder anderen Thieren zur Nahrung, und sind so das wichtige Mittel, wodurch die animalische Substanz von Frischem wieder in Circulation gesetzt wird.

In der Regel wird die Bedeutung der aasfressenden Thiere ganz anders aufgefaßt. Man betrachtet sie höchstens als eine Art von Gesundheitspolizei, welche durch Aufräumung faulender Organismen dafür sorgt, daß die Luft nicht durch Sättigung mit schädlichen Dünsten zur Athmung thierischer Körper untauglich werde. Ein indirecter Vortheil ist dies allerdings, und namentlich in heißen Gegenden ist die rasche Beseitigung verwesender Organismen eine Hauptbedingung der Gesundheit. Der Gebrauch der Israeliten, ihre Leichen sehr bald nach dem Tode zu beerdigen *), erklärt sich aus derselben Naturnothwendigkeit, wie der Schutz, der dem Aasgeier in Chili durch die Gesetze zu Theil wird. Aehnlich erzählt schon Herodot, daß der ägyptische Geier von den Anwohnern des Nils heilig gehalten worden sei. — Gleichwohl ist dieser Vortheil nicht die Hauptsache, und wird überhaupt in der freien Natur weniger fühlbar, als in Gegenden, wo durch die Cultur ein engeres Zusammenleben vieler Menschen und Thiere zugleich eine Ueberwachung jeder, auch der kleinsten materiellen Lebensbedingung nöthig macht. Die eigent-

*) Nach den Bestimmungen des Talmud soll keine Leiche über Nacht im Hause bleiben (J. F. Schröder, Satzungen und Gebräuche des talmudisch-rabbinischen Judenthums. Bremen 1851. Pag. 560).

liche Aufgabe der aasfressenden Thiere im natürlichen Haushalte ist, die thierische Materie eben in Thierkörpern zu erhalten.

Größere aasfressende Formen treten namentlich in der Aequatorialzone hervor, wo ja wegen des ungleich rascheren Verlaufes der Verwesung auch die Gefahr eines Verlustes der thierischen Materie, d. h. einer Zersetzung derselben in flüchtige Stoffe und organische Salze viel größer ist. Zu den Wölfen, Füchsen und rabenartigen Vögeln unserer Gegenden gesellen sich neue Formen. Den großen Antilopen- und Büffelheerden folgen Schakals, Hyänen und Strandwölfe, gierig über die zurückgebliebenen oder gestürzten Thiere herfallend. Hyänen graben sogar eingescharrte Leichen wieder aus, und wie der Haifisch das Schiff auf seiner Reise durch das Weltmeer begleitet, allen organischen Abfall sich aneignend, so folgen Züge von Geiern der Karawane nach Mekka.

Den kleinsten Thieren namentlich, die gerade am leichtesten wieder anderen zur Nahrung werden, ist vor Allen diese Rolle der Verarbeitung faulender thierischer Stoffe überwiesen. Auf dem Lande haben wir die thätigsten Arbeiter besonders unter den Insecten zu suchen, die eben durch ihr Flugvermögen am schnellsten bei der Hand sein können, wo es gilt, verwesende Materie für das Thierreich zu retten. Viele von ihnen können nur in faulenden Thierkörpern ihre Entwickelung durchmachen, und gerade sie ersetzen durch die Schnelligkeit ihrer Vermehrung, was jedem Einzelnen an Kraft abgeht. Die Thätigkeit der Natur durch diese ihre kleinen Arbeiter ist ungeheuer. Nur einer kleinen Oeffnung im Fenster einer Speisekammer, einer schmalen Spalte im Deckel eines Sarges bedarf es, um schon nach kurzer Zeit die ungenügend geschützte Materie von Fliegenlarven (Maden) wimmeln zu sehen. Eine einzige Fleischfliege (Musca carnaria sive vivipara) bringt gegen 20,000 Junge zur Welt, und von einem Paar unserer Stubenfliege (Musca domestica) können in einem Sommer mehr als zwei Millionen Fliegen abstammen.

Dabei ist jedes einzelne dieser kleinen Geschöpfe ungemein thätig. Nach Redi's Beobachtung nimmt die Larve einer Schmeißfliege (M. vomitoria) in 24 Stunden um das 200fache ihres Gewichtes zu. Darf es uns nun Wunder nehmen, wenn wir lesen, daß unter dem Aequator der Körper eines Büffels in weniger als einer Woche von Fliegenlarven aufgezehrt wird? — Die Fliegen werden in ihrer Arbeit unterstützt von zahlreichen anderen Insecten: Käfern, Wespen, Motten, oder deren Larven. Der kleine Todtengräber (Necrophorus vespillo) hat eben daher seinen Namen, daß er kleine, in Fäulniß begriffene Thiere für sich und seine Brut verscharrt, und es ist Ihnen bekannt, daß man sich der Ameisen bedienen kann, um sich von Mäusen oder Maulwürfen, die man in ihre Haufen legt, in kurzer Zeit sauber gereinigte Skelette zu verschaffen.

Die Insecten selbst bieten wieder in ihrem Körper vielen größeren Thieren die erwünschte Nahrung dar. Unter den Säugethieren sind die Fledermäuse, die Maulwürfe, Spitzmäuse, Ameisenbären, Schuppenthiere und viele Affen vorzugsweise auf sie angewiesen. Unter den Vögeln haschen Fliegenschnäpper, Schwalben und Ziegenmelker sie im Fluge; Raben, Krähen, Staare, Drosseln und alle ächten Singvögel verfolgen sie auch auf dem Boden; die Neuntödter spießen sich kleine Vorräthe davon an Dornen auf. Von den Reptilien leben alle kleineren Schlangen und Eidechsen fast ausschließlich von Insecten; ebenso von den Amphibien die meisten Frösche, Kröten und Landmolche. Selbst einzelne Fische wissen auf diese Luftbewohner Jagd zu machen. So schnappen Forellen nach Mücken und Fliegen, und der kleine Spritzfisch der indischen Meere schießt mit wohlgezieltem Wasserstrahl kleine Insecten von den Uferrändern herunter. Dazu kommen noch zahlreiche, grimmige Insectenfeinde unter den Gliederthieren selbst. Von den Spinnen bauen sich einige luftige Gewebe, andere graben sich künstliche, durch einen Deckel verschließbare Erdröhren, in denen sie, Katzen

gleich, auf die Beute lauern, die der Zufall oder ein günstiger Luftzug in ihre Klauen treibt; andere ahmen dem Wolfe nach und stellen förmliche Treibjagden an, durch große Sätze oder durch schnellen Lauf Fliegen und Mücken überholend; die Wasserspinne (Argyroneta aquatica) spinnt sich sogar eine künstliche Taucherglocke am Boden der Flüsse und lauert darin den vorüberschwimmenden Wasserkerfen auf. — Auch unter ihren nächsten Verwandten haben die Insecten Feinde, den Raubkäfern, Wespen, Schlupfwespen, selbst unter Heuschreckenlarven und Tausendfüßen.

Alle diese Jäger sind aber selbst wieder für größere Thiere das erwünschte Jagdwild, und indem sich von Form zu Form unablässig der grimmige Kampf auf Leben und Tod wiederholt, wandert die thierische Materie weiter und weiter aus einem Körper in den andern. War einmal eins, und in der Natur mag dies wohl selten geschehen, glücklich genug seinen Feinden zu entgehen, so sind, wenn Alter oder Hunger seinem Leben ein Ende gemacht haben, gleich zahllose aasfressende Thiere bereit, seine Materie aufzufangen, und aufs Neue deren Wanderung durch große und kleine Thierkörper einzuleiten.

So wird wenigstens theilweise dem Verluste vorgebeugt, der die im Thierreich circulirende Materie durch die Verwesung treffen könnte. Aber noch von einer anderen Seite droht ein solcher Verlust. Durch den fortdauernden Stoffwechsel werden schon während des Lebens eine Menge von Substanzen ausgeschieden, die nicht so leicht wieder in andere Thierkörper überzuleiten sind. Die Absonderungen der Haut, der Lunge und zahlreicher Drüsen, ferner die Auswurfstoffe und namentlich unter diesen der Harn mengen sich leicht der Luft, dem Wasser und der Erdrinde bei, und gehen von allen Thierstoffen am leichtesten für die Thierwelt verloren. Ihr Rückweg in dieselbe kann fast immer nur durch Vermittelung der Pflanzenwelt geschehen; durch die Erfahrung belehrt befördern wir diesen Rückweg, wenn wir

unsere Getreidefelder düngen. Im Ackerbau weisen wir eben der verwesenden oder auch schon zersetzten organischen Materie den Weg an, den dieselbe nehmen soll, um auf die für uns vortheilhafteste Weise zur organischen Form zurückzukehren. Daß es aber außerdem eine Menge kothfressender Thiere giebt, ist der Beweis, daß die Natur auch hier thätig ist, die thierische Substanz im Moment ihrer Auflösung noch für die Thierwelt zu retten. Begreiflicher Weise ist dies Geschäft kleineren Thierformen, namentlich wiederum geflügelten Insecten überwiesen. Eine Menge Fliegen zehren direct von den Auswurfstoffen größerer Thiere, andere nähren sich wenigstens als Larven davon, und schön gefärbte Käfer lassen an dem Farbenglanz ihres Körpers nicht die Quelle errathen, aus der dieser seine Materie gezogen. Der Pilot (Naucrates ductor), ein Fisch aus der Abtheilung der Makrelen, ist eines der wenigen Beispiele, daß auch Wirbelthiere hin und wieder von Auswurfstoffen anderer Thiere sich nähren; er ist auf die Excremente von Haifischen angewiesen, daher die Meinung, daß er diese auf ihren Reisen durch die Meere deshalb begleite, um ihnen ihre Nahrung anzuzeigen.

Es kann nicht fehlen, daß gerade durch die aas- und düngerfressenden Thierformen die Abhängigkeit des Thierreichs von der Pflanzenwelt bedeutend verringert wird. Geht die thierische Materie noch vor ihrer Auflösung direct wieder in andere Thierkörper über, so braucht sie eben nicht von Neuem aus der Pflanzenwelt gezogen zu werden. Das Thierreich erlangt so eine gewisse Selbstständigkeit, und erscheint nun nicht mehr als eine bloße Seitenbahn im großen Kreislauf der Materie, sondern als eine mehr in sich abgerundete Welt, die nur durch einzelne Verbindungswege ihre Materie aus dem Pflanzenreich ergänzt.

Vollkommen sicher ist aber jenes Mittel nicht, die thierische Substanz in dem Augenblick ihrer Auflösung auffangen zu lassen; immer wird ein Theil derselben dem Thierreich direct verloren gehen, d. h. sich in flüchtige oder lösliche Verbindungen umsetzen,

die erst durch Pflanzen zu neuem Kreislauf wieder zubereitet werden können. Viel sicherer ist es, die Materie frisch aufzufangen, und aus dem lebenden Körper direct in andere lebende Körper überzuführen. Dies geschieht durch die Raubthiere und, wenn auch in geringerem Grade, durch die Schmarotzerthiere. Das lebende Thier, der gesunde Organismus wird angegriffen, und gerade indem die aas- und düngerfressenden Formen wieder anderen Thieren zur Beute werden, vervollständigt sich mehr und mehr die durch sie eingeleitete Selbstständigkeit der Thierwelt. Denn in demselben Grade wird die Zufuhr neuer Materie aus dem Pflanzenreiche entbehrlich, in welchem mit der einmal vorhandenen hausgehalten wird.

Wo die Möglichkeit einer solchen erneuten Zufuhr sich verringert, da muß natürlich die im Thierreich circulirende Substanz mit doppelter Kraft eben in Thierkörpern erhalten werden. Daher die überwiegende Zahl der aas-, der fleischfressenden Thiere im Wasser. Die Flora des Wassers ist, wie wir früher gesehen (Pag. 84), sehr einförmig; gerade die Substanz der meisten Wassergewächse, der Algen, scheint zur Ernährung thierischer Körper wenig geeignet. Wir finden hier nicht die mehligen Wurzelknollen, die saftigen Rinden, die fleischigen Blätter unserer Landgewächse, nicht ihre honighaltenden Blüthen, kein nahrhaftes Obst, keine mehlreichen Getreidekörner. Daraus ergiebt sich mit einem Schlage die Unmöglichkeit solcher Thierformen, die auf dem Lande jene Producte in thierische Materie umwandeln. Das Wasser ist ärmer an Producenten neuer Substanz, aber gerade weil die Production so überaus beschränkt ist, wird die Erhaltung der vorhandenen thierischen Materie doppelt nothwendig. Die Zahl der Raubthiere, der aasfressenden Thiere ist bis ins Ungeheure vermehrt.

Die kleinsten Organismen beginnen den Reigen; wo immer organische Materie im Wasser fault, sind in kurzer Zeit Millionen von Infusorien beschäftigt, sie in sich aufzunehmen; auch sie

ersetzen, wie die Insecten auf dem Lande, durch ihre Zahl die geringe Kraft jedes Einzelnen. Einige sind so klein, daß Tausende, nach Ehrenberg sogar viele Millionen in einem Wassertropfen Platz finden, aber ihre Vermehrung ist dafür auch so groß, daß aus einem Individuum von Paramaecium Aurelia in 7 Tagen eine Million von Nachkommen entstehen kann.

Die Infusionsthiere selbst dienen wieder Weichthieren, Stachelhäutern, Polypen, Krustenthieren, Würmern als Nahrung, und bilden in ihrer Gesammtheit somit für die Natur eine Art von Verdauungsorgan, worin die in Zersetzung begriffene Substanz zur Circulation in der Thierwelt vorbereitet wird. Alle die kleineren Thiere, die von ihnen sich nähren, werden wieder größeren, namentlich Wirbelthieren zur Beute. So besitzen die Fische nur in wenigen Familien z. B. den Felsenfischen (Theutides) und den karpfenartigen (Cyprinoidei) entschiedene Pflanzenfresser, alle übrigen nähren sich von Thierstoffen. Die Barsche, Knurrhähne, Schuppenflosser, Schleimfische, Dorsche, Plattfische machen Jagd auf Würmer und kleine Weichthiere; im Magen der größeren unter ihnen, z. B. des Schelfisches, findet man schon die harten Gerüste von Krebsen und Stachelhäutern; die auffallenden Formen der Stachelkugeln (Diodon und Tetrodon) zerbeißen mit ihren harten Kiefern die Korallenstöcke; die größten endlich, die Haien und Rochen, die Makrelen, Thunfische, Hechte u. A. führen Krieg gegen mehr ebenbürtige Feinde, gegen Fische. — Die Amphibien, ebenfalls mehr dem Wasser angehörig, als dem Lande, sind sämmtlich auf thierische Stoffe angewiesen. Die Wassermolche und Salamander auf kleine Würmer und Gliederthiere; die Frösche und Kröten schnappen Insecten; einen Angriff auf Wirbelthiere versucht wohl keines von ihnen. — Auch in der Klasse der Reptilien ist die Zahl der Pflanzenfresser ungemein gering. Die im Wasser lebenden Arten, die Meerschlangen, Seeschildkröten und Wassereidechsen sind sämmtlich Raubthiere; nur einzelne Landschildkröten und Eidechsen

nähren sich auch gelegentlich von saftigen Kräutern. — So sind auch alle Wasservögel Raubthiere. Die Möven, Pelicane, Taucher, Kormorane, Sturmvögel und Albatrosse stoßen auf Fische; die Enten, Gänse, Schwäne gründeln nach Würmern und kleinen Uferschnecken; alle großen und kleinen Sumpf- und Ufer-Vögel endlich, die Störche, Reiher, Flamingos, Ibis, Kraniche, Schnepfen, Kiebitze, Regenpfeifer, — suchen nach Insecten, Würmern, selbst kleinen Wirbelthieren. Erst mit den hühnerartigen oder Laufvögeln tritt der Charakter landbewohnender Thiere hervor; erst sie nähren sich entschieden von Vegetabilien. — Für die Säugethiere gilt dasselbe Gesetz. Robben und Seehunde jagen Fische; das Walroß ist die einzige Gattung derselben, die außer kleinen Muschelthieren auch den Meertang frißt, auf dem diese sitzen. Delphine, durch ihre spitzen, kegelförmigen Zähne als ächte Raubthiere kenntlich, umschwärmen räuberisch Härings- und Dorsch-Züge, ähnlich wie Katzen und Hyänen die Heerden der Büffel und Gazellen, oder wie Marder und Polarfüchse die Schaaren der wanderlustigen Lemminge. Der riesige Cachelott und das Einhorn der nordischen Meere (der Narwal) verschlingen außer Fischen auch vielarmige Sepien; die ächten Bartenwale endlich nähren ihre plumpe Gestalt mit Flügelschnecken und mikroskopischen Quallen. Die sogenannten Meerkühe (Sireniformia) sind die einzigen pflanzenfressenden Wale; aber gerade daß es jetzt nur zwei Arten derselben, und zwar auf ziemlich beschränkten Districten giebt, zeigt deutlich, wie ungern die Natur mit dem Charakter eines Wasserthiers den eines Pflanzenfressers verknüpft.

Im Wasser jagt eben Eins das Andere, und Jedes überliefert in seinem Körper dem stärkeren Feind den eben selbst mühsam errungenen Erwerb. Die größten und stärksten endlich fallen nach ihrem Tode wieder den kleinsten und schwächsten anheim, die durch ihre starke Vermehrung gerade als die eigentlichen Wächter bestellt zu sein scheinen, daß möglichst wenig von der thierischen Materie der Thierwelt verloren gehe. Das Leben

der Thiere wird dadurch um Vieles selbstständiger und vom Pflanzenreich unabhängiger.

Vollkommen abgeschlossen ist es aber auch hier nicht. Denn eben weil es trotz aller dahin gerichteten Thätigkeit der Natur unmöglich ist, alle Materie zu retten vor der Verwesung und direct wieder in andere thierische Körper überzuführen, ist immer ein Zufluß neuer Substanz aus dem Pflanzenreich nöthig, wenn auch in viel geringerem Grade, als auf dem Festlande. Zu den erst schon erwähnten pflanzenfressenden Thieren kommen wieder vor Allen zahlreiche Infusorien. Diesen scheint es gleichgültig zu sein, welcher Art die organische Materie ist, die sich ihnen als Nahrung darbietet. Gießt man etwas Wasser auf Pflanzenstoffe und läßt diese faulen, so entwickeln sich ziemlich dieselben Formen, wie aus faulendem Fleisch; ihre Aufgabe ist, alle organische Substanz in ihrem Körper für thierische Ernährung vorzubereiten. Das Meer wimmelt aber von infusorienartigen Thieren. Daher die nach dem Vorigen auffallende Erscheinung, daß die großen Inseln schwimmenden Seetangs in den südamerikanischen Meeren Brutstätten des buntesten Thierlebens bilden. Die Krustenthiere und Mollusken, die wir mit den Tangblättern hervorziehen, greifen Seetang nicht an. Aber an den faulenden Theilen der Meergewächse entwickeln sich Legionen von Infusorien, und diese sind es, die jene Pflanzen in Nahrung für thierische Wesen umwandeln. Diese Pflanzenmassen selbst werden wieder umlauert von räuberischen Fischen, denen sie eben die Jagdparks sind, in welchen ihr Wild sich mästet; in ihrer Nähe schweben Möven und Seeschwalben über den Wellen, hergelockt gerade durch den Reichthum an Fischen, der sie umspielt. So werden diese Tanginseln durch die kleinsten Thierformen zu Nahrungsstätten des mannigfaltigsten thierischen Lebens, das wiederum, sobald es einmal eingeleitet ist, nur durch beständigen Kampf des Stärkeren mit dem Schwachen sich erhält.

Je heftiger aber gerade im Wasser der Einzelkampf tobt,

und je mehr Raubthiere hier die Existenz des Individuums bedrohen, desto mehr Kräfte concentrirt die Natur auf die Rettung der Art. Denn auch der Typus jeder Form ist ja im Grunde durch den Tod der Individuen mit Untergang bedroht. Die Natur giebt Nichts auf das Leben des Einzelnen und erhält sich in ihrer Gesammtheit gerade durch deren beständigen Wechsel; aber mit aller Kraft werden die Formen festgehalten, in denen die wechselnden Individuen sich wiederholen. Daher überhaupt die stärkere Vermehrung schwächerer Thiere, daher namentlich die überaus zahlreiche Nachkommenschaft der Wasserthiere. Ein achtpfündiger Hecht legt nach Willughby mit einem Male 148,000 Eier; in einem dreipfündigen Karpfen wurden deren 237,000 gezählt, und im Oby werden Störe gefangen, deren Roogen bis an zwei Centner Caviar abgiebt. Bestimmte, oder auch nur angenäherte Angaben über die Stärke der Fortpflanzung kleinerer Wasserthiere, namentlich der Mollusken fehlen wegen der Schwierigkeit der Zählung fast gänzlich; doch haben wir erst schon gesehen, daß die Zahl der Nachkommen eines Infusionsthiers in kurzer Zeit Millionen betragen kann. Sie werden es begreiflich finden, daß den Alten die Wasserthiere, namentlich Fische, als Symbole der Fruchtbarkeit galten. Wie in jedem geordneten Haushalt, so hält im Wasser eine größere Production dem stärkeren Consum das Gleichgewicht.

In der Natur bedingt aber nie eine Erscheinung nur die andere, immer ist diese letztere auch rückwirkend berechnet auf die erste. Das Dasein von Raubthieren erfordert, — und zwar nicht allein im Wasser, sondern überall, — eine stärkere Fruchtbarkeit der schwächeren Thiere, damit gegen alle Fälle die Fortdauer der Art durch beständige Deckung des Ausfalls gesichert sei; umgekehrt bedingt aber auch diese starke Vermehrung der kleineren Organismen das Dasein von Raubthieren. Wo würde Platz sein für die Milliarden von Stören, wenn alle Eier aller Störe wirklich zur Entwickelung gelangten? Und so auch auf

dem Lande. Ein Hamsterweibchen wirft nach Sulzer jährlich zweimal 6 bis 14 Junge; nehmen wir die Mittelzahl 10, und nehmen zugleich an, daß eben so viele Weibchen als Männchen geboren werden, so würden sich die Nachkommen eines Hamsterpaares schon nach 6 Jahren auf mehr als zwei Millionen belaufen. Bei dieser Vermehrung würden allein die auf den Fluren um Gotha verbreiteten Hamster in wenig Jahren mit ihren Nachkommen die Felder von ganz Deutschland verwüsten. Die Vermehrung der Kaninchen ist eben so stark, noch stärker die der Mäuse und anderer kleiner Wirbelthiere. — Ebenso unter den Würmern und Gliederthieren. Die Eier eines Spulwurms schätzte Eschricht auf mehrere Millionen; ein trächtiges Termitenweibchen hat gegen 30,000mal so viel Masse, als die Arbeiter und soll an einem Tage gegen 80,000 Eier legen. Die Thierwelt müßte an Ueberfüllung zu Grunde gehen, wenn es nicht im Gesammtorganismus der Natur eben so wohl ausscheidende Organe gäbe, wie im einzelnen Organismus. Die Raubthiere sind diese ausscheidenden Organe; sie befördern den Wechsel der Individuen, gleichwie Lunge, Leber, Haut durch ausscheidende Thätigkeit den Wechsel der Stoffe im Individuum befördern. Es giebt Fälle, wo die Thätigkeit der absondernden Drüsen im menschlichen Körper verringert ist; die Folge ist Siechthum, ist Tod. So würde das Fehlen der Raubthiergruppe unfehlbar das Thierleben als Ganzes beeinträchtigen; sie ist es eben, die den Ueberschuß der beständig neu entstehenden Formen in den nothwendigen Schranken hält. Ewiger Kampf, beständige Jagd ist das, was uns dabei ins Auge fällt, was den, der nur auf das Schicksal des Einzelnen blickt, so schmerzlich berührt. Aber dieser Kampf ist nothwendig für das durch ewigen Wechsel seiner Gestalten sich verjüngende Ganze; durch diesen Kampf des Neuen mit dem Alten besteht die Welt!

Grausam allerdings erscheint uns das Schicksal des Einzelnen! Tausende und aber Tausende werden geboren, nur um

nach kurzer Existenz unter Qualen wieder zu enden; nimmer hört während derselben die Sorge für Nahrung auf, nimmer die Angst vor dem überlegenen Feinde. Zu einem dauernd ruhigen und behaglichen Leben gelangt Keines; jedes ringt und kämpft, um endlich doch dem scharfen Gebiß, der zermalmenden Tatze des stärkeren Gegners zu erliegen.

Weshalb ist dieser Kampf der Thierwelt, so fragt man leicht, nicht ein schmerzloser Kampf? Unser Tritt zermalmt einen Wurm, er krümmt und windet sich, wir sehen, daß sein Ende nicht schmerzlos ist; zahllose thierische Wesen werden täglich, werden stündlich nach angstvoller Flucht unter entsetzlichen Qualen von anderen zerfleischt und zerrissen; — wozu die Angst, wozu endlich der Schmerz, die Todesqual des unterliegenden Opfers? Hätte das Gleichgewicht der Organismen sich durch die Thätigkeit der Raubthiere nicht herstellen lassen ohne Schmerz für den unterliegenden Theil?

Die Antwort ist einfach. Aus demselben Grunde, aus welchem Behagen und Wollust mit den nothwendigen Thätigkeiten des Thiers, der Ernährung, der Fortpflanzung verknüpft ward, muß jeder Eingriff in den Organismus von Schmerz begleitet sein. So nur hat Jedes in sich selbst den Impuls, das zu thun, was es sich selbst, was es dem Ganzen schuldig ist, und das zu meiden, was seine einzelne Existenz, mithin auch die der Gesammtheit bedroht. Der Schmerz ist Wächter des Lebens. Durch die Qual, die jeden noch so leisen Eingriff in die Organisation des Thieres begleitet, gewarnt, setzt es sich muthig zur Gegenwehr, oder flieht, wenn es der schwächere Theil ist, mit aller Kraft den höchsten Schmerz, der die Zerstörung seiner Existenz begleiten würde.

Aber diese Gegenwehr, diese Flucht, — wie selten helfen sie wirklich zur Rettung! Nur gegen schwächere Gegner scheinen die Waffen der Thiere berechnet zu sein. Der feste Schließmuskel der Auster weicht endlich doch dem scharfen Schnabel muschel-

fressender Vögel; der Reiher fällt doch zuletzt dem Falken als Opfer, und erschöpft stürzt nach langer Jagd die Gazelle zusammen, wenn die Kraft des grimmigen Raubthiers noch wohl ausreicht, seine Beute fortzuschleppen. Dem stärkeren Feinde gegenüber giebt es keine Rettung! Aber ihm gegenüber darf es auch keine Rettung geben, wenn wirklich durch den Wechsel seiner Individuen das Ganze bestehen soll, wie das Individuum durch den Wechsel seiner Stoffe. Indem jedes Einzelne untergeht, bietet es dem Feinde in seinem Blut, in seinem Fleisch die Materie dar, die eben nicht untergehen, die ewig kreisen, ewig wandern soll von Form zu Form. Der Gesammtheit fällt jedes Einzelne zum Opfer, nachdem es sich selbst erhaltend für die Gesammtheit gelebt hat.

Auch der Mensch muß leben, muß Thieren Schmerz bereiten, — aber er folge diesem Gebote der Natur in seiner Weise, wie jedes Thier ihm in der seinen folgt. Die Mordlust des Tigers, die Blutgier des Iltis, sie haben ihren nothwendigen Grund in der Stellung der Raubthiere als ausscheidende, in Schranken haltende Organe, — sollte der Mensch, der an ihre Stelle sich gesetzt, ihre Thätigkeit auch nach Art des Tigers, des Iltis, oder nicht vielmehr auf menschliche Weise ausüben müssen? Unsere Zeit ist reich an Associationen; Vereine zur Erweiterung der Wissenschaft, zur Verbreitung von Bildung reichen sich brüderlich die Hand; Verbindungen zur Hebung von Handel und Gewerben, politische Vereine erstreben zeitgemäße Ordnung der Schranken, in denen das menschliche Leben sich bewegt. Ist es nicht schön, daß die Gegenwart auch Vereine ins Leben gerufen hat, deren Zwecke über die speciell menschlichen Interessen hinausgehen, und die Lage der Thiere, um dieser selbst willen, umfassen? Die Vereine gegen Thierquälerei sind eine der schönsten Blüthen unserer Zeit! Die Wissenschaft hat kein Anrecht an sie als ihr Eigenthum, das Gefühl des Volks hat sie geboren, das ächt humane und natürliche Gefühl, daß der Schmerz nothwendig sei,

aber von Menschen auch nur da geduldet werden dürfe, wo er nothwendig ist.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob schon die ersten Thiere unserer Erde Raubthiere, oder ob sie Pflanzenfresser gewesen seien. Folgt man der Ansicht, daß alle organische Materie ohne Ausnahme aus Pflanzenkörpern stamme, nimmt man dazu eine allmähliche Entwickelung einer Form aus der anderen an, vielleicht gar von Thierformen aus Pflanzen, so kann man nicht umhin, den letzteren den Vorrang des Alters zu lassen. Giebt man aber weniger auf Hypothesen als auf die Beobachtung, so wird man leicht der entgegengesetzten Ansicht zugethan. Die ältesten Organismen, deren Formen in versteinertem Zustande auf uns gekommen sind, waren Fleischfresser, was sich ganz unzweifelhaft aus ihrem Gebiß, aus ihrem ganzen Bau, aus ihrer Verwandtschaft mit jetzt lebenden Fleischfressern ergiebt. Erst in den Schichten späterer Schöpfungsperioden treten Versteinerungen von pflanzenfressenden Formen hinzu. Diese unumstößlichen Thatsachen scheinen unwiderstehlich zu der Annahme zu drängen, daß das erste Thierleben selbstständig neben dem Pflanzenleben und unabhängig von ihm sich entwickelt habe; diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit bedeutend dadurch, daß die ersten thierischen Organismen eben dem Wasser angehörten, in welchem auch jetzt noch das Thierleben eine gewisse Selbstständigkeit behauptet, und eine Art von geschlossenem Kreislauf der Materie darstellt. Aber vergessen wir dabei nicht, daß möglicher Weise die Ueberreste zahlloser pflanzenfressender Thierformen nicht auf uns gelangt sein konnten. Auch das Urmeer wimmelte von weichen, infusorienartigen Thieren, denn es gab schon in den ersten Perioden der Schöpfung infusorienfressende Thiere, nämlich korallenbauende Polypen und festsitzende Mollusken. Von jenen mikroskopischen Thieren konnten aber eben wegen ihrer Zartheit keine Ueberreste auf unsere Zeit gelangen. In ihnen aber war jedenfalls die Möglichkeit einer Verarbeitung vegetabilischer Materie für thierische

Körper geben, und die Behauptung, daß die ersten Formen der Thierwelt Pflanzenfresser gewesen sind, läßt sich wenigstens nicht mit Bestimmtheit verneinen.

Erst der letzten Schöpfungsperiode gehört der Mensch an. Welche Rolle spielt er in der Natur? — das ist die letzte Frage, die wir noch zu beantworten haben.

Der minder Gebildete wird leicht mit dieser und ähnlichen Fragen fertig. Gewohnt, sich selbst in den Mittelpunkt der Schöpfung zu setzen, weist er vornehm die Frage zurück, ob er, für den alles Uebrige arbeiten müsse, auch selbst, vielleicht unbewußt, ein handelndes, poducirendes Glied sei in dem großen Verbande der Natur. „Die Schöpfung ist des Menschen halber da!" — Das ist für die meisten ein Dogma, das keines Beweises bedarf. Kaum wird eine neue Thierart, eine sonderbar gestaltete Pflanzenform entdeckt, — gleich hört man die Frage: „welchen Nutzen dieses Thier, diese Pflanze wohl habe", wo das Wort Nutzen eben ausschließlich auf die eigene Person bezogen wird. Bis zu den albernsten Behauptungen übertreibt man diese Nützlichkeitstheorie. Mit den Thieren, die wir brauchen, den Pflanzen, die wir genießen, den Steinen, aus denen wir unsere Häuser bauen, kurz, mit den eigentlich nutzbaren Gebilden hat man es freilich leicht. Schwieriger wird die Sache schon bei den offenbar schädlichen Organismen, doch hilft auch hier ein Bischen Gewalt. Die Giftgewächse sollen dem Menschen Arzneien liefern, die großen Raubthiere dienen zur Stählung seiner physischen Kraft, seines Scharfsinnes, um gerade im Kampfe mit dem Widerwärtigen stark zu werden zum Kampf gegen die Sünde; was endlich das Heer der kleinen Räuber betrifft, die seine Nahrungsmittel, seine schwer erworbenen Güter usurpiren, oder gar, wie die Eingeweidewürmer, ihn an seinem eigenen Leibe plagen, so sind dieses eben natürliche Geißeln, um mit dem Schaden, der durch so kleine Geschöpfe dem großen Menschen erwächst, ihn

beständig zu erinnern, daß er neben dem gerechten Stolze über seine hohe Würde eine heilsame Demuth nicht vergesse. — Daß Einzelne ihre Gelüste noch weiter treiben, und, mit der Erde nicht zufrieden, die gierigen Hände nach dem Himmel ausstrecken, darf uns nicht Wunder nehmen bei Leuten, denen Nichts so groß und erhaben däucht, daß es sich nicht zum Nutzen für die eigene Person zuschneiden ließe. Da zieht man denn aus einigen mißverstandenen Worten des Stifters unserer Religion den Schluß, daß zunächst die Planeten, nachher aber auch das gesammte Heer der Fixsterne die Wohnungen seien, die der von seiner irdischen Hülle entkleidete menschliche Geist nach und nach durchwandern werde, um sich von Stufe zu Stufe zur Vollendung hinzuarbeiten. Wie freilich diese Wanderung ausgeführt werden solle, wo ihr Ende sein werde, wie durch sie eben geistige Vollendung erreicht werden könne, das sind Fragen, um deren Lösung man sich nicht kümmert. Aber weil auch der Vermessenste doch nicht vermessen genug ist zu der Annahme, daß das ganze kunstvolle Weltgebäude nur da sei, damit die Gestirne dem Menschen als natürliche Nachtlampen dienen, geht man dreist einen Schritt weiter, hoffend, daß das, was wir jetzt nicht brauchen können, doch nach dem Tode noch uns zu Gute kommen werde. Jetzt erst fühlen wir uns glücklich im vollen Besitz! Sehnsuchtsvoll schwärmend blicken wir zu den Gestirnen als unserer Heimath, unserem Eigenthum, unserem Erbe empor, und legen uns mit der beglückenden Zuversicht nieder, daß Alles, Alles unser sei.

Sonderbare Inconsequenz! Dieselben, die jetzt die Selbstständigkeit und Unabhängigkeit geistigen Wesens behaupten, legen in demselben Athemzuge dem Geist materielle Fesseln an, indem sie eine Vervollkommnung durch materielle Formen, eine Wanderung durch materielle Weltkörper als Dogma aufstellen. In diesem Augenblicke staunt man, daß Galiläi verdammt, daß Kopernicus verketzert werden konnte, wegen einer Entdeckung, die heute in aller Kinder Munde lebt, aber im nächsten fährt man

fort, denselben Stolz zu predigen, der jener Entdeckung sich in den Weg stellte. Irrthümer lassen sich berichtigen, thatsächliche Entdeckungen brechen sich Bahn, aber absichtliche Deutungen des Gegebenen, gewaltsame Verdrehungen sind nicht zu besiegen, um so weniger, wenn sie die Eitelkeit zur Folie haben. Je vollkommener das Werk ist, das für den Menschen aufgebaut sein soll, um so geringer die Willfährigkeit, sein Eigenthumsrecht daran aufzugeben; man blickt doch gar zu gern in einen Spiegel, der die eigene Gestalt möglichst vollkommen zurückstrahlt.

Der einzige Umstand, der jener Ansicht einen Schein von Wahrheit giebt, ist der, daß der Mensch die Natur factisch benutzt. Er ist auf die Früchte der Pflanzen, auf das Fleisch der Thiere angewiesen, und weiß sie sich zu verschaffen. Aus Erzen gewinnt er Metalle zu blitzenden Waffen, zu nutzbarem Hausgeräth; dem Wasser baut er Dämme; das verzehrende Feuer benutzt er zu seinen Zwecken. Wohin er sich wendet, weicht die besiegte Thierwelt zurück; dem Boden des Urwaldes werden mehlige Getreidekörner abgewonnen, die Tiefe des Meeres liefert Fische und nahrhafte Muscheln.

Der Mensch benutzt die Producte der Natur und siegt in vielen Fällen über ihre Kräfte. Aber ist eben deßhalb Alles für ihn geschaffen? Die Auster am Meeresgrunde nur, daß ein Mensch ihr Fleisch verzehre? Des Feldes Kräuter, damit wir sie genießen? Die consequente Durchführung dieser Anschauung würde endlich zu der Behauptung führen, daß der Mensch für den Bandwurm da sei, weil dieser von seinen Säften sich nährt, und nur von ihnen sich nähren kann.

In sich selbst und in seiner Thätigkeit für die Gesammtheit hat jedes Einzelne seine Bestimmung. Der Mensch ist selbst Glied der Natur, und als solches, nicht als ihr angestammter Herr und Eigenthümer, benutzt er aus Pflanzenwelt und

Thierreich, was ihm frommt, gerade wie der Adler, der Löwe, der Regenwurm das nehmen, was jeder in seiner Lebenssphäre bedarf.

Millionen von Jahren bestand schon organisches Leben, ehe der Mensch ins Dasein trat. Sollten diese untergegangenen Schöpfungen nur Vorbereitungen auf seine Erscheinung gewesen sein? Die Ouvertüre gewissermaßen, wodurch das eigentliche Drama eingeleitet ward? Dann möchte nur nachzuweisen sein, was durch den qualvollen Tod so vieler vor ihm untergegangener Organismen für den Menschen erreicht ward. Jede Schöpfung, das ergab sich uns früher (Pg. 120 ff.), war in sich selbst vollkommen; jede hatte also auch in sich selbst ihr Ziel, ihre Berechtigung. Der ungestörte Fortbestand des Ganzen durch ewigen Wechsel seiner Theile, das harmonische Gleichgewicht durch unablässigen Kampf seiner Glieder ist das große, das einzige Resultat, für das alle Kräfte arbeiten. Auch der Mensch ist von diesem Wechsel, diesem Kampfe nicht ausgenommen, auch er thut das Seinige für jenes Resultat.

Versetzen Sie sich an eine von Menschen noch nicht bewohnte Gegend. Ist überhaupt der Boden, das Klima für organisches Leben geeignet, so finden die ersten Entdecker Alles im vollkommensten Gleichgewicht, — auf den Menschen hatte die Natur, um dieses herzustellen, nicht gewartet. Eine den Verhältnissen entsprechende Vegetation bedeckt das Erdreich, fremdartig vielleicht für den neuen Ankömmling, der an andere Formen gewöhnt war, aber in sich vollendet, und dieselben Pflanzenfamilien, wenn auch in anderen Gattungen und Arten, enthaltend, die überall unter ähnlichen Bedingungen gedeihen. Harmlose Pflanzenfresser sind thätig, die frische Materie sich anzueignen, aasfressende und düngerfressende Thiere bereiten die schon faulende Substanz wieder zu für erneueten Kreislauf, und Raubthiere schleichen lauernd einher, um die übermäßige Ausbreitung der einzelnen Formen in den nöthigen Schranken zu

halten. Nirgends Ueberfüllung, nirgends Mangel, — der beste Beweis, daß Jedes seine Bestimmung erfüllt.

Da verschlägt ein Schiff an jene Küste, Menschen lassen sich nieder, — Alles gewinnt bald ein verändertes Ansehen. Die Jagd muß Nahrung liefern, schüchterne Pflanzenfresser sind das Wild, dem der Hunger zunächst nachstellt. Unter der Arbeit schon wird Schutz des erworbenen Besitzes das zweite Bedürfniß: die großen Raubthiere werden nun Gegenstand der Verfolgung. Belohnungen werden ausgesetzt für die Felle der großen Katzen, der Bären, der Wölfe, für die Fänge der Falken und Eulen; bald sind weit und breit durch Fallen und Stellnetze, durch Treibjagen und durch wohlgezielte Kugeln der Schützen die größeren Räuber vertilgt. Aber allmählich brechen alle die zahllosen kleineren Thiere, von jenen bisher in den natürlichen Schranken gehalten, über den Menschen herein; dreiste Mäuse plündern seine Vorräthe, freche Ratten schlüpfen selbst in seine Wohnung, Wühlmäuse und andere kleine Nager unterminiren seine Felder, Finken und Ammern fallen schaarenweise in seine Saaten. Es beginnt der viel schwierigere kleine Krieg; Wölfe und Bären konnte er bekämpfen, gegen die kleinen Feinde kann er sich nur schützen. Der Mensch hat die Raubthiere vertilgt, er muß sich nun selbst an ihre Stelle setzen, und den von der Natur gebotenen Vertilgungskampf fortführen, wenn er bestehen will, gerade wie jene vor ihm kämpfen mußten für ihre Existenz.

Aber freilich hat es Mühe gekostet, auch nur so weit zu kommen. Jahrelange Arbeit gehörte dazu, den dicht verschlungenen Wald zu lichten, den rieselnden Bächen ihr Bett anzuweisen, und den Boden für die Saat vorzubereiten. Mit den Bäumen des Waldes sind auch alle die Thiere verschwunden, die in ihren Wipfeln sich wiegten, die im Bodengestrüpp sich verbargen. Eichhörnchen und wilde Katzen, Häher und Holztauben sind entflohen, und wo noch vor wenigen Jahren das Geklopfe buntfarbiger Spechte durch den Wald schallte, singt jetzt über der

wogenden Saat die Lerche ihr fröhliches Lied. Statt langgehörnter Holzbockkäfer laufen schillernde Carabiden über den Boden, statt des Gequakes der Laubfrösche hört man das Gesurre fliehender Cicindelen.

Das frühere Leben ist verschwunden, aber ein anderes ist an seine Stelle getreten; Veränderungen hat der Mensch hervorgebracht, aber das Gleichgewicht ward nicht gestört. Die Harmonie des Ganzen, anfänglich durch ihn erschüttert, regulirt sich bald wieder zu gesetzmäßigem Gange; denn seine eigene Thätigkeit trägt zu dieser Ausgleichung bei. Er selbst spielt eben eine Rolle mit im Drama des Naturlebens, augenscheinlich, wie jedes andere, nur für sich arbeitend, habgierig, wie Löwe und Schakal Alles an sich reißend, dessen er bedarf. Aber gerade in der auf ihn selbst berechneten Thätigkeit liegt seine Wirkung für das Ganze; er hat die Kraft, Veränderungen hervorzubringen an dem, was wir den freien Naturzustand nennen, aber er hat auch das Recht dazu, denn er gleicht von selbst und zu seinem eigenen Nutzen die Folgen wieder aus, die jede Veränderung mit sich bringt.

Den dichten Urwald auf sumpfigem Boden, aus dessen Laube uns tausendfaches Leben entgegenkreischt; die weite Steppe durch deren dichtgedrängte Halme in langer Linie die Büffelheerde sich hindurchwindet, gefolgt von Wölfen und Füchsen; das tosende, lebensvolle Meer endlich, über dessen Brandung Möven flügelwippend auf Raub lauern, — das nennen wir Natur. Und die lachenden Fluren um unseren Städten; die wogenden Felder goldener Saat, von schützenden Hecken eingefaßt; die saftigen Weiden mit stämmigem Hornvieh und feinwolligen Schafen, — das wäre nicht Natur? Der Mensch hat sie bestellt, hat sie gezogen, — ist nicht der Mensch ein Glied des allgemeinen Verbandes, gehört nicht der Natur, was er schafft, was er zerstört? Der Löwe verscheucht den Schakal, und zerreißt das Wild, das dieser umlauerte; die Raubmöve stößt auf

die Seeschwalbe, und fängt den Fisch auf, den diese fallen ließ: ists nicht Natur auch, daß der Mensch an die Stelle der Thiere sich setzt, und eine Welt sich schafft mit seinen Kräften, wie sie seinen Bedürfnissen entspricht? In des Menschen Natur liegt seine Sorge, seine Arbeit, in ihr liegt sein Glück!

Wenn uns Mozart's Symphonien umrauschen, — das ist Natur! Der Hellenen wundervolle Bildwerke, Schiller's Leierklänge sind auch Natur! Das Entzücken, das uns da durchzittert, ist eben der Beweis, daß wir die Harmonie in unserm Innersten wiederfinden. Jedes Volk hat seine Bauten, seine Dichter, seine Musik: die Kunst ist eben des Menschen Natur!

Das Thier ringt nach Nahrung, nach Rettung vor seinen Feinden, es lebt und stirbt für das Ganze. Auch der Mensch kann kaum auf Augenblicke sich der Sorge entschlagen, die an der Wiege ihn empfängt, die erst im Tode ihn verläßt; auch er ist ein Glied im Wechsel der Materie, auch er zollt der Natur seinen physischen Tribut. Aber er arbeitet, wie jedes andere in seiner Weise. Tief in ihm lebt der Sinn für Wahrheit und Recht, für Schönheit und Tugend; dem rohen Stein prägt er seine Ideen auf, den schwirrenden Saiten entlockt er harmonische Klänge, electrische Funken nutzt er zu seiner Sprache, siedende Dämpfe werden seine Flügel. Durch verständige Gesetze wird die Thätigkeit jedes Einzelnen im großen Verbande geregelt, — geistig ist die Lebenssphäre des Menschen, geistig ist seine Natur.

Scheuen wir uns also nicht, der Natur anzugehören, folgen wir ihr im Kleinen wie im Großen, im eigenen naturgemäßen Leben, wie in unseren staatlichen Einrichtungen. Der Trieb zu gesellschaftlichem Verbande, zu geordnetem Zusammenleben liegt auch in des Menschen Natur, muß nicht auch dies Zusammenleben selbst naturgemäß sein? In der Natur arbeitet jedes nach seiner Kraft, sie kennt keine Kaste vornehmer Müssiggänger,

ruhend auf verwelkten Lorbeeren und gelben Pergamenten; auch der Stärkste kann sich der Thätigkeit für die Gesammtheit nicht entziehen. Jedes arbeitet für das Ganze, indem es für sich lebt, — der einzige Vorrang liegt in der größeren Wirkungssphäre. Das Resultat aber aller der zahllosen kleinen Kräfte ist groß, ist ein einiges: Fortbestand des Ganzen im harmonischen Gleichgewicht, Befriedigung jedes Einzelnen, der an diesem Resultat arbeitet.

Druck der Teubner'schen Officin in Leipzig.

Im Verlage von R. Kittler in Hamburg ist ferner erschienen:

Hamburger
Garten- und Blumenzeitung.

Zeitschrift für Garten- und Blumenfreunde, Kunst- und Handelsgärtner.

Herausgegeben
von
Eduard Otto,
Inspector des botanischen Gartens zu Hamburg.

Neunter Jahrgang. 1853.
12 Hefte à 3—4 Bogen gr. 8. Geh. Preis 5 Thlr.

Diese seit 1845 regelmäßig jeden Monat erscheinende Zeitschrift, hat mit dem Jahre 1853 ihren 9. Jahrgang begonnen, und wird nach den von vielen Seiten eingegangenen beifälligen Andeutungen auch ferner in derselben Weise, wie bisher fortgesetzt werden.

Die Original-Abhandlungen werden sich, wie bisher, über alle Theile des Gartenbaues erstrecken, namentlich über Bodenkunde, Pflanzen-Kulturen und Vermehrung, über Pflanzen-Geographie und Physiologie, über Obst- und Gemüsebau, sie werden die Beschreibung neuer Zierpflanzen, Nachrichten über Blumen- und Pflanzen-Ausstellungen des In- und Auslandes und andere Notizen bringen, so daß der Privatmann, wie der Gemüse-, Obst- und Landschafts-Gärtner und Pflanzenkultivateur daraus reichen Nutzen und Belehrung schöpfen wird. Die neuesten Entdeckungen aus dem Gebiete der Forst- und Landwirthschaft, so weit solche für den Gärtner von besonderem Interesse sind, werden gleichfalls sofort mitgetheilt. Alle neuen Zier- und Nutzpflanzen, welche in ausländischen Zeitschriften abgebildet oder beschrieben sind, werden durch diese Zeitung schneller, als durch irgend eine andere, den Lesern bekannt gemacht, jedoch nur solche empfohlen, die wirklich schön oder nützlich sind, wobei besonders Rücksicht auf die Synonymie genommen wird. — Nirgends ist die Gartenkultur auf so hoher Stufe, wie in England, und durch die vielseitigsten Verbindungen ist es gelungen, auch diesen reichen Schatz von Erfahrungen dem deutschen Publikum durch die Hamburger Gartenzeitung zugänglich und diese dadurch für jeden tüchtigen Gärtner unentbehrlich zu machen. — Die im botanischen Garten zu Hamburg zur Blüthe gebrachten und von Herrn Professor Dr. Lehmann beschriebenen neuen Pflanzen, werden stets durch diese Zeitschrift veröffentlicht, so daß sie auch für den Botaniker und wissenschaftlichen Gärtner besonderen und bleibenden Werth erhält.

Das Feuilleton enthält, unter Lesefrüchten und Miscellen, eine Masse kurzer Notizen und Nachrichten über die verschiedenartigsten Gegenstände aus dem Gebiete der Agricultur und Horticultur, die meist von großem Interesse sind.

Die Mannigfaltigkeit der belehrenden, interessanten und nützlichen Mittheilungen haben dieser Zeitschrift auch in Belgien, England u. s. w. eine Verbreitung und einen Ruf verschafft, wie es wohl bei keiner andern ähnlichen deutschen Zeitung der Fall ist, und selbst englische öffentliche Blätter erklärten sie schon früher für die beste deutsche Gartenzeitung *) und die zahlreichen Auszüge, welche fast alle anderen deutschen Gartenzeitungen, oft Wochen und Monate später, aus ihr entlehnen, mögen dies bestätigen. — Noch im August 1852 brachte eine sehr bekannte deutsche Gartenzeitung als etwas Neues, was sie, ohne Angabe der Quelle, aus der Hamburger Gartenzeitung von 1849 Wort für Wort abgedruckt hatte. Auch in Schriften über Gartenbau und Botanik findet man häufig Wort für Wort die Hamburger Gartenzeitung wieder abgedruckt, was wohl am besten darlegt, daß sie einen dauerndern Werth behält, als die meisten anderen Zeitschriften dieser Art, die für den Besitzer der Hamburger Gartenzeitung fast ganz entbehrlich werden.

Das Inhaltsverzeichniß des 8. Jahrgangs, welches gratis ausgegeben wird, wird dieß bestätigen, und wenn es auch, des Raumes wegen, nicht ganz ausführlich gegeben werden konnte, wird doch daraus die Reichhaltigkeit der **belehrenden und praktisch-nützlichen** Mittheilungen hinlänglich hervorgehen.

Um die Anschaffung der früheren Jahrgänge zu erleichtern, ist jede Buchhandlung in den Stand gesetzt, diese 8 Jahrgänge, so weit der Vorrath reicht, für 20 ₰ netto zu liefern.

Das erste Heft des neuen Jahrgangs 1853 ist von jeder soliden Buchhandlung zur Ansicht zu erhalten.

Inserate werden à Petit-Zeile mit 1½ Sgr. berechnet, und als Beilagegebühren für Pflanzen- und Samenverzeichnisse, wenn sie nicht über 2 Bogen stark sind, 2½ ₰ berechnet und zu diesem Behufe 600 Exemplare erbeten.

Beiträge für die „Hamburger Gartenzeitung" bittet man entweder an den Redacteur oder den Verleger einzusenden.

---

*) The London Phytologist, vom März 1852 sagt abermals: „Die Hamburger Gartenzeitung ist jetzt eine der besten deutschen Zeitschriften, und viele der andern ähnlichen Erscheinungen füllen ihre Spalten beständig mit Auszügen daraus." — Auch in der Versammlung des Gartenbau-Vereins in Berlin am 26. October 1851 empfahl der General-Secretair die Hamburger Gartenzeitung „als eine der besten deutschen Blätter für Gärtner." (S Voss. Ztg. Nr. 266 Beilage.)

Fischer, I. G.

Die Einheit in der organischen Natur populaire Vorträge

Hamburg 1853